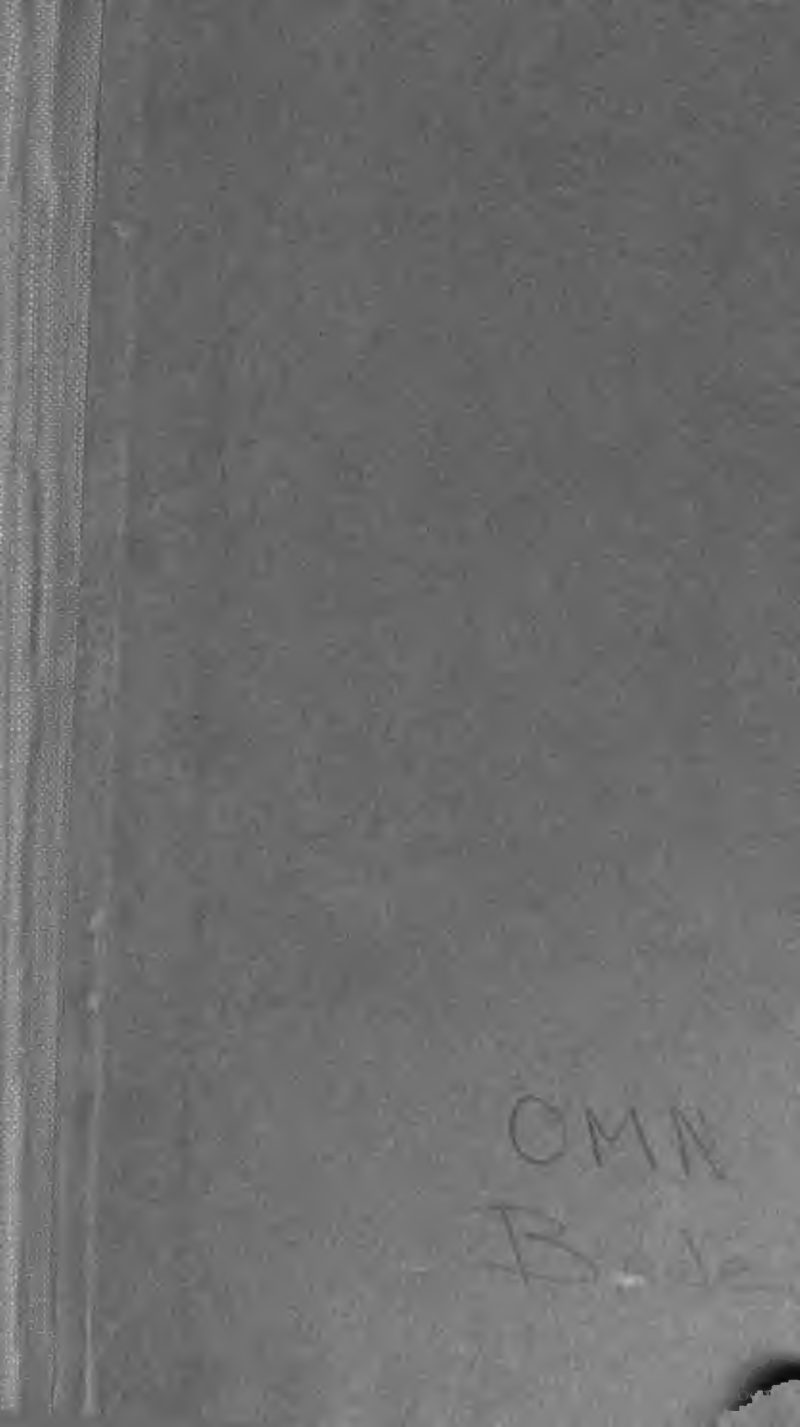



OMN

Erläuterung der Sternkunde und der dazu gehörigen Wissenschaften,

von

J. E. Bode,

Königlichem Astronomen, Mitgliede der Akademien und Gesellschaften der Wissenschaften zu Berlin, London, Petersburg, Stockholm, Kopenhagen, Göttingen, München, Utrecht, der naturforschenden Gesellschaften zu Berlin, Moskau rc.

Dritte sehr vermehrte und verbesserte Auflage.

Zweiter Theil.

Mit IX Kupfertafeln.

Berlin, 1808.
in der Himburgschen Buchhandlung.

Inhalt.

Zweyter Theil.

Neunter Abschnitt.

Zehnter Abschnitt.

Eilfter Abschnitt.

Von den Kometen, ihrer Gestalt, Anzahl, scheinbaren und wahren Bewegung, Lauf der bisher bekannten, wahrscheinlichen Meinungen über ihre Beschaffenheit, Austheilung und Bestimmung, von Seite 222 bis 282.

Zwölfter Abschnitt.

Von den Fixsternen, ihrer Lichtabirrung, wahren Entfernung, Größe, Beschaffenheit, Menge, Bestimmung, Austheilung, Umfang und Vortrefflichkeit des Weltgebäudes, von Seite 282 bis 331.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Schifffahrtskunde, von Seite 332 bis 448.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst, von Seite 448 bis 485.

Funfzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie, von Seite 485 bis 536.

Neunter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung und den Wirkungen der Centralkräfte beym Lauf der Planeten, von der Schwere auf der Erdoberfläche und im Planetensystem, wechselseitige Anziehung, Masse und Dichtigkeit der Planeten, verschiedene Erscheinungen der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft rc., Bestimmung der Planeten.

Die Keplerschen drey Hauptgesetze der Bewegung der Planeten.

§. 572.

Der berühmte Johann Kepler, welcher im Jahr 1571 den 27sten December entweder zu Weil oder Magstett im Würtembergischen geboren wurde, und den 15ten November 1630 starb, kam zuerst auf die Gedanken, daß die Bahnen der Planeten nicht völlige Circulskreise seyn könnten. Er wurde hiezu vornemlich

durch die häufig angestellten Untersuchungen über den Lauf des Planeten Mars veranlaßt, welcher seiner oft großen Nähe bey der Erde und sehr beträchtlichen Excentricität wegen, hiezu besonders geschickt war. Kepler fand nemlich aus vielen von seinem Zeitgenossen Tycho erhaltenen Beobachtungen, daß die von ihm berechneten heliocentrischen Oerter und jedesmaligen Entfernungen des Mars von der Sonne, in verschiedenen Gegenden seiner Bahn keinesweges mit der damaligen Voraussetzung einer circulrunden Bahn in Uebereinstimmung zu bringen waren, sondern daß diese Hypothese von den Beobachtungen zuweilen um 10 bis 11 Grad verschieden, die Länge des Mars herausbrachte. Nachdem Kepler schon im voraus die ungleichen Entfernungen der Erde von der Sonne in verschiedenen Monaten des Jahrs, und damit die Excentricität der Erdbahn gefunden, konnte er solche bey den jedesmaligen Beobachtungen des Mars zum Grunde legen, um dadurch nach folgender zuverläßigen Methode, die Entfernungen dieses Planeten von der Sonne in verschiedenen Gegenden seiner Bahn zu berechnen. Er suchte besonders diese Entfernung in drey beträchtlich von einander liegenden Puncten der Marsbahn, nebst den dazu gehörigen heliocentrischen Längen des Planeten, um nicht allein die Gestalt, sondern auch die Größe dieser Bahn zu bestimmen *).

§. 573. Es sey Fig. 80 in S die Sonne, in M der Mars, in a und C zwey Oerter der Erde zu der

---

*) Diese Untersuchungen enthalten das berühmte Werk von Kepler: *de Motibus Stellae Martis, ex observationibus Tychonis Brahe.* Pragae 1609, in Folio.

Zeit, da der Mars sich in dem nemlichen Punct seiner Bahn oder in einer gleichen Entfernung von der Sonne SM befindet. In dem Dreyeck aSC sind die Seiten aS und CS, nemlich die Entfernungen der Erde von der Sonne bekannt, nebst dem dazwischen liegenden Winkel an der Sonne aSC, als dem Unterschied der beyden heliocentrischen Längen der Erde in a und C. Hieraus finden sich nach §. 35. IV. die Winkel SaC und SCa, und nach §. 35. I. die Seite aC. Der Winkel MaS ist der beobachtete geocentrische Längenunterschied des Mars und der Sonne; wird davon der gefundene Winkel CaS subtrahirt, so bleibt MaC übrig. Wenn man ferner SCa von SCM subtrahirt, so restirt MCa. Nun sind in dem Dreyeck MCa zwey Winkel und die Seite aC bekannt, woraus sich sehr leicht nach §. 35. I. die beyden Entfernungen des Mars von der Erde aM und CM finden lassen. Endlich ist in dem Dreyeck Mas, Ma und aS so wie MaS bekannt, wodurch die gesuchte Entfernung des Mars von der Sonne SM, imgleichen der Winkel MSa sich auf vorhin nachgewiesene Art ergiebt; wird nun MSa zur heliocentrischen Länge der Erde in a addirt, so kömmt die verlangte heliocentrische Länge des Mars in M. Diese Methode diente Keplern zur Erfindung verschiedener Abstände des Mars von der Sonne, und er brachte endlich die Excentricität der Marsbahn heraus. Den Abstand des Mars in der Gegend seiner Sonnenferne fand er 166780 und in der Sonnennähe 138500, folglich die mittlere Entfernung 152640 und die Excentricität 14140. (Die mittl. Entfernung der Erde von der ☉ = 100000.)

§. 574. Als hierauf Kepler die Marsbahn circulär Fig. 75. PaAb mit dem Halbmesser 152640 = cr voraussetzte und die Excentricität derselben nc zu 14140 annahm, ließ sich leicht in dem Dreyeck ncr, in welchem nc, cr und der Winkel rnc = den Abstand des Mars vom Aphelio oder der Apsidenlinie nA, die Seite nr oder die wahre Entfernung des Planeten von der Sonne finden; und auf eine ähnliche Art wurden mehrere wahre Entfernungen gefunden. Der Erfolg zeigte nun, daß die beobachteten Entfernungen kleiner ausfielen als die nach der Hypothese eines excentrischen Kreises berechneten, und zwar wurden die Unterschiede immer größer, und der Planet in einer geringern Entfernung von der Sonne befunden, je näher die Beobachtungen den Gegenden der Bahn bey a und b lagen. Dies zeigt e augenscheinlich, daß dort herum die Bahn von der Circulrundung am meisten abwich und abgeplattet sey. Kepler zog hieraus die wichtige Folge, daß die Marsbahn eine ovale oder länglichte Gestalt haben müsse. Nachdem er nun eine Ellipse als die einfachste und regelmäßigste unter allen Ovalen für die Gestalt der Marsbahn angenommen, und die Puncte ihrer Sonnenferne und Sonnennähe, also die Apsidenlinie, gefunden, trafen die Berechnungen der heliocentrischen Oerter und Entfernungen des Mars mit den Beobachtungen genau zusammen, und bestätigten die Richtigkeit dieser Voraussetzung. Hierauf wurde zuerst von Kepler und in der Folge auch von andern Astronomen durch viele angestellte Untersuchungen und berechnete Beobachtungen des Mars und aller übrigen

Planeten außer allem Zweifel gesetzt: daß alle Hauptplaneten wirkliche Ellipsen im Weltraum beschreiben, deren einer und gemeinsamer Brennpunct, der Mittelpunct der Sonne ist, welches schon vom §. 424. bis 432. erklärt worden. Diese elliptische Gestalt ihrer Laufbahnen läßt sich nun nicht allein aus berechneten Beobachtungen erkennen, sondern wie man nachher fand, auch aus den von Newton entdeckten Gesetzen der allgemeinen Centralkräfte im Sonnensystem beweisen, wovon nachher das Nähere vorkommen wird.

§. 575. Es ist bereits im §. 420. die aus vielen Beobachtungen gefundene Excentricität der Planetenbahnen in solchen Theilen angesetzt, deren der mittlere Abstand der Erde von der Sonne 100000 hat, und hiernach ist die kleinste, mittlere und größte Entfernung der Planeten von der Sonne, angegeben. Wie diese verhältnißmäßigen Entfernungen selbst gefunden sind, wird im folgenden §. gezeigt. Nimmt man aber die mittlere Entfernung eines jeden Planeten von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner elliptischen Bahn zu 100000 Theilen an, so zeigt die folgende Tafel in der ersten Columne alle Planeten in der Ordnung der abnehmenden Größe der Excentricität ihrer Bahnen; in der zweyten, die Excentricität selbst; in der dritten, die Sonnennähe; in der vierten, die Sonnenferne; und in der fünften, die Länge der halben kleinen Axe einer jeden Bahn.

Juno	25550, 0	74450, 0	125550,0	96680, 9
Pallas	24502, 0	75498, 0	124502,0	96951, 8
Merkur	20562, 1	79437, 9	120562,1	97863, 2
Mars	9322, 1	90677, 9	109322,1	99564, 6
Vesta	8550, 5	91449, 5	108550,5	99633, 8
Ceres	7834, 9	92165, 1	107834,9	99713, 7
Saturnus	5622, 2	94377, 8	105622,2	99841, 8
Jupiter	4807, 6	95192, 4	104807,6	99884, 4
Uranus	4668, 4	95331, 6	104668,4	99891, 0
Erde	1681, 4	98318, 6	101681,4	99985, 8
Venus	688, 5	99311, 5	100688,5	99999,76

Hieraus ergiebt sich also die wahre Gestalt der Planetenbahnen im Sonnensystem, die Tafel zeigt aber, durch das Verhältniß der Axen, daß auch die Bahnen derjenigen Planeten, deren Excentricität am beträchtlichsten ist, nicht viel vom Kreise abweichen, und daß selbst die Bahn der Juno, bey welcher nach Hrn. D. Gauß Berechnung, die Excentricität $\frac{25550}{100000}$ oder mehr als den 4ten Theil der halben großen Axe austrägt, gleichwol nur um $\frac{3312}{100000} = \frac{1}{30}$stel abgeplattet ist. Aus der bekannten Excentricität nc und der mittl. Entfernung oder halben großen Axe nd (§. 420.) läßt sich leicht die halbe kleine Axe cd finden, es ist nemlich $(cd)^2 = (nd)^2 - (nc)^2$ (§. 33. III.) Dies ist nun das erste von Kepler entdeckte Gesetz, daß nemlich die Planeten elliptische Bahnen um die Sonne beschreiben, welches also die wahre Gestalt dieser Bahnen genau bestimmt.

§. 576. Das zweite ist nicht weniger wichtig. Es ist nemlich das Verhältniß, welches sich zwischen dem Umfange der Planetenbahnen und der Zeit, in welcher sie solche vollführen, findet. Z. B. Jupiter ist beyläufig fünfmal weiter von der Sonne als die Erde, und dessen Bahn hat folglich nur einen fünfmal größern Umfang als die Erdbahn; gleichwol braucht er eine 12mal längere Zeit um solche zu vollenden, und Saturn legt eine 10mal größere Bahn erst in einer 30mal längern Zeit zurück. Kepler stellte 17 Jahre hindurch manche Untersuchungen und Vergleichungen über die periodischen Umläufe und wahren Abstände der Planeten an. Nach vielen vergeblichen Versuchen kam er am 8ten März 1618 zuerst auf den glücklichen Gedanken, statt der natürlichen Zahlen der Umläufe und Abstände, die Potenzen derselben mit einander zu vergleichen, und entdeckte endlich glücklich am 15ten May 1618, daß sich ein beständiges Verhältniß zwischen den Quadratzahlen der Umlaufszeiten und den Cubikzahlen der Entfernungen zweyer Planeten von der Sonne finde *); nemlich: Die Quadratzahlen der syderischen Umlaufszeiten zweyer Planeten verhalten sich gegen einander wie die Cubikzahlen ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne, oder die Umlaufszeiten selbst verhalten sich, wie die Quadratwurzeln aus den Cubikzahlen ihrer mittlern Entfernungen,

---

*) S. *Joh. Kepleri Harmonices Mundi, Lincii Austriae,* 1619 in Fol.; das Vte Buch S. 189.

(halben großen Axen) imgleichen wie die Quadratwurzeln aus den Cubikzahlen der größern Axen. Eben dies Gesetz findet auch bey den Nebenplaneten oder Monden in Ansehung ihrer Hauptplaneten statt *).

§. 577. Erstes Beyspiel: An der Venus und Erde.

Umlauf d. ♀ 224 T. 17 St. = 5393 St. □ 2908.4449
⸗ ⸗ ⸗ ♁ 365 ⸗ 6 ⸗ = 8766 ⸗ □ 7684.2756
Entfern. ♀ von der ☉ = 723,33 Cubus 37845.0809
⸗ ⸗ ♁ ⸗ ⸗ ☉ = 1000,00 Cubus 100000.0000

Man lasse nun zur Erleichterung der Rechnung rechter Hand einige Zahlen weg, so verhalten sich 2908 : 7684 wie 37845 : 100000 bis auf eine geringe Kleinigkeit.

Zweites Beyspiel: An der Erde und Jupiter.

Umlauf der ♁ 365 Tage □ 133225
⸗ ⸗ des ♃ 4332 Tage □ 18766224
Entf. der ♁ von der ☉ = 100,00 Cub. 100.0000
⸗ des ♃ ⸗ ⸗ ☉ = 520,28 ⸗ 14083.5260

Nun ist 133225 : 18766224 = 100 : 14084 beynahe.

Daß sich dies Keplersche Gesetz auch auf die Nebenplaneten erstreckt, davon kann folgendes Beyspiel von dem 1sten und 4ten Jupiterstrabanten, als Beweis dienen. (S. §. 506. 507.)

Umlauf d. 1 Trb. 42 St. 28′ = 2548′ □ 649.2304
⸗ ⸗ ⸗ 4 ⸗ 400 ⸗ 32′ = 24032′ □ 57753.7024

---

*) S. Keplers wichtiges Werk über diese Untersuchungen: Mysterium Cosmographicum, Tübingae 1596 in 4. und Francofurti 1621 in Folio.

Entf. des 1 Trab. v. ♃ 5,96 Halbm. Cub. 211,708736
" " 4 " " 426,63 " " " 18884,848247
Es ist aber 649 : 57754 = 212 : 18885 beynahe *).
Hieraus ergiebt sich nun, wie die Astronomen nach §. 420. **die mittlere Entfernung aller Planeten von der Sonne** verhältnißmäßig gefunden, da die Entfernung der Erde zu 100000 angenommen worden. Z. B. Um die Entfernung des **Jupiters** von der Sonne zu finden, wird gesetzt: **Die Quadratzahl der Umlaufszeit der Erde verhält sich zur Quadratzahl der Umlaufszeit des Jupiters** **) **wie der Cubus von** 100000 **zur 4ten Proportionalzahl, aus welcher die Cubikwurzel gezogen wird**, welches die gesuchte mittlere Entfernung des Jupiters von der Sonne giebt. Hieraus ist der ungemein wichtige Nutzen dieses zweyten Keplerschen Gesetzes, welches die Größen der Bahnen untereinander zu vergleichen dient, die alle planetarische Körper um die Sonne als den gemeinschaftlichen Centralkörper oder um ihre Hauptplaneten beschreiben, genugsam zu erkennen. Uebrigens kannte Kepler und vor ihm andere Astronomen, schon die verhältnißmäßigen Entfernungen der Planeten von der Sonne beyläufig, unter andern aus Beobachtungsmethoden, die im §.

---

*) Die Verhältnisse würden in diesen Beyspielen noch genauer zutreffen, wenn nicht die zum Grunde liegenden Umlaufszeiten und Abstände, zur bequemern Berechnung abgekürzt worden, und letztere so genau als erstere bekannt wären.

**) Hier werden die syderischen Umläufe genommen.

445 u. 573. im allgemeinen vorgestellt worden, um über Verhältnisse zwischen ihren Umlaufszeiten und Entfernungen, Vergleichungen anstellen zu können.

§. 578. Das Dritte gleichfalls von diesem berühmten Sternkundigen entdeckte allgemeine Gesetz der Bewegung der Planeten ist folgendes: Die Zeiten, die ein Planet anwendet, einen Theil seiner elliptischen Bahn zu durchlaufen, verhalten sich gegen einander, wie die Sectores oder Räume der elliptischen Ebene zwischen den zurückgelegten Bogen und dem Brennpuncte (welchen die Sonne einnimmt) und nicht wie die Längen dieser Bogen. Aber die jedesmal vom Planeten zur Sonne gehende Entfernungs-Linie, (der Radius vector) schneidet in gleichen Zeiten gleichgroße Raumebenen von seiner elliptischen Bahn ab. Kepler bewies diesen Satz nur sehr unvollkommen, allein nach ihm lehrte Newton zuerst, daß derselbe eine nothwendige und richtige Folge der allgemeinen Gesetze der Bewegung der Planeten sey, sobald sie von einem im Brennpunct ihrer elliptischen Bahnen liegenden Körper (der Sonne) angezogen werden. Kepler mußte schon aus der Wahrnehmung, daß die entferntern Planeten langsamer als die nähern laufen *), der Sonne eine ungleiche Anziehungskraft oder Wirkung, auf ihre Bewegung zuschreiben, und da er ferner fand, daß die Ge-

*) Denn da z. B. ♄ seine 10mal im Umfange größere Bahn als die Erdbahn, erst in einer 30mal längern Zeit zurücklegt, so muß er nothwendig 3mal langsamer gehen als die Erde.

chwindigkeit oder der zurückgelegte Weg eines Planeten in der Gegend seiner Apsidenlinie gerade in dem Verhältniß seiner Entfernung von der Sonne im Aphelio oder Perihelio zu- oder abnimmt, so führte ihn dies auf die Wahrheit, daß die von den Radiis vectores zurückgelegten Raumebenen und nicht die Bogen der Laufbahnen den Zeiten proportional sind *).

§. 579. In fig. 103. sind E und S die beyden Brennpuncte der Ellipse A K P H. In dem einen S steht die ⊙, demnach ist der Planet in P im Perihelio und in A im Aphelio. Um den andern Brennpunct E wird bey dieser Hypothese die Bewegung gleichförmig gesetzt, oder daß der Planet aus E betrachtet, in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreibt. Zieht man LER und MED, so sind die Winkel an E nemlich LEM und DER gleich, und daher werden die Bogen LM und DR von dem Planeten in gleichen Zeiten zurückgelegt. Werden noch von S aus die Linien SL, SM, SD und SR gezogen, so läßt sich leicht zeigen, daß die elliptischen Ausschnitte (Sectores), die hier schattirt worden, SDR und SLM einander dem Raume nach gleich sind. Denn es verhält sich LM:DR=EA:EP, daher ist LM.EP=DR.EA; allein da EP=SA und EA=SP, so folgt, daß LM.SA=DR.SP und damit die Raumebenen beyder Ausschnitte einen gleichen Inhalt haben. Hieraus zeigt sich nun, daß die Planeten im Perihelio größere Bogen vom Umkreise ihrer Bahnen zurücklegen, folglich daselbst geschwinder als im Aphelio

*) S. *de Stella Martis* p. 165. 168.

laufen, und zwar in dem Verhältniß der Entfernungen SP und SA. Setzt man noch z. B. an E die Winkel IEK und GEH mit LEM und DER gleich groß, und zieht Linien von S nach I und K, G und H, so sind eben so die Sectores ISK und GSH unter sich und mit LSM, SDR gleich groß. Bogen wie DR, HG, ML und IK werden daher von einem Planeten in einer gleichen Zeit zurückgelegt, und der Augenschein lehrt, daß selbige mit der Annäherung gegen das Perihelium größer werden, und folglich die Bewegung des Planeten zunimmt, je näher er der Sonne kömmt. Oder, der Planet braucht in der Gegend des Apheliums eine längere Zeit, um einen gleich großen Bogen zu beschreiben, als im Perihelium; und der Unterschied der Längen dieser Bogen ist um desto beträchtlicher, je größer die Excentricität seiner Bahn ist.

§. 580. Man hat einen sehr deutlichen Beweis von der Richtigkeit dieses Gesetzes, an den beobachteten jährlich veränderlichen scheinbaren Durchmessern und stündlichen Bewegungen der Sonne. Nach de Lambre's neuesten Sonnentafeln ist der scheinbare Durchmesser der Sonne in der Erdferne am 1sten Jul. 31′ 31″ und in der Erdnähe am 1sten Jan. 32′ 36″; daher verhält sich ihre Entfernung von der Erde im Winter zur Entfernung im Sommer, wie 31′ 31″ : 32′ 36″, oder wie 1891 : 1956 (§. 565). Nun ist die stündliche Bewegung der Sonne am 1sten Januar 2′ 33″. Setzt man daher 1956 : 1891 = 2′ 33″ : ..., so müßte hieraus die stündliche Bewegung am 1sten Jul. sich ergeben, wenn die wahre Bewegung der Erde im Bogen ihrer

Bahn, die die Ursache der scheinbaren Fortrückung der Sonne ist, durchs ganze Jahr gleichförmig bliebe, und letztere nur in dem Verhältnisse der verschiedenen Entfernungen der Sonne sich veränderlich zeigte; allein jener Satz giebt 2′ 28″; die beobachtete stündliche Bewegung der Sonne am 1sten Jul. aber ist 2′ 23″, woraus augenscheinlich sich ergiebt, daß die Erde in dieser Jahreszeit, da sie ihre größte Entfernung von der Sonne erreicht, langsamer geht, oder einen kleinern Bogen ihrer Bahn als im Winter bey ihrer größten Sonnennähe in einer gleichen Zeit (einer Stunde) zurücklegt. Sieht man die Entfernung der Erde im Perihelio P und Aphelio A fig. 103. als Kreishalbmesser SP und SA an, so sind die Bogen der beobachteten stündlichen Bewegung 2′ 33″, und 2′ 23″ = DR und LM von ihrem Umfange der 8470 und 9063ste Theil. Aus dem Halbmesser 1891 ergiebt sich dieser Umfang 11881, und aus dem Halbmesser 1956 folgt derselbe 12290 solcher Theile, von jenen ist der 8470ste Theil = 1,403 = DR, und von diesen der 9063ste Theil = 1,356 = LM, und nun wird bis auf eine Kleinigkeit 1,403. 1891 = 1,356. 1956 oder DR. SP = ML. SA (§. 578). Dies dritte, von Kepler entdeckte Gesetz lehrt also, nach welchen Verhältnissen die langsamere oder geschwindere Bewegung der Planeten, so wie der Trabanten in ihren elliptischen Bahnen statt findet.

§. 581. Der Satz, daß nemlich die zurückgelegten elliptischen Sectores den Zeiten proportional sind, ist, außer den vorigen, noch durch

mannigfaltige Beobachtungen, und folglich astronomisch bestätigt worden. **Kepler** wendete denselben anfangs nur bey den excentrischen Kreisen, in welchen die Planeten, nach der Meinung einiger alten Astronomen, laufen, an; in der Folge aber trug er denselben auf die von ihm entdeckten elliptischen Laufbahnen über *). Er suchte hierauf aus der Uebereinstimmung der Räume und Zeiten die Regeln zur Berechnung des Planetenlaufes zu erleichtern, und stellte jeden elliptischen Sector durch die mittlere Anomalie dar, weil diese gleichfalls den Zeiten proportional gesetzt wird (§. 424, 425). Allein es konnte nicht eher ein förmlicher physischer Beweis dieses wichtigen Satzes geführt werden, als bis man annahm, daß die Planeten ihre Bahnen vermittelst zweyer zusammengesetzter, und nach zwey verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte, beschreiben. Nach der erstern und ursprünglichen muß die Bewegung geradelinigt und gleichförmig vor sich gehen, nach der zweyten aber muß der Planet beständig von dieser Richtung durch eine der Sonne eigenthümliche Anziehungskraft abgelenkt und gegen sie als den Brennpunct seiner Bahn geführt werden, denn der erstern Kraft allein überlassen, würde er sich beständig von der Sonne entfernen, und nicht immer eine in sich selbst wiederkehrende elliptische Bahn um dieselbe beschreiben können. Diese letztere Anziehungskraft der Sonne ist von **Newton** bewiesen und deren Größe und Wirkung nach allen Umständen berechnet worden, wie in der

---

*) S. *de Stella Martis*, p. 219 et 223.

Folge näher gezeigt werden soll, und sie läßt sich daher hier als bekannt annehmen, um darnach obigen Keplerschen Lehrsatz zu beweisen.

§. 582. Nach allgemeinen mechanischen Grundsätzen wird 1) ein jeder Körper, der einmal in Bewegung gesetzt ist, sich beständig in einer geraden Linie, nach der Richtung des anfangs erhaltenen Stoßes mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nichts daran hindert. Ohne eine äußere Ursache fängt kein Körper, vermöge seiner Trägheit an, sich zu bewegen, ist aber diese Bewegung einmal erfolgt, so findet sich in dem Körper selbst kein zureichender Grund, der dieselbe stören und aufheben sollte; kömmt er also zum Stillstande, so ist abermals eine äußere Ursache vorhanden, sonst würde er die angefangene Bewegung unaufhörlich fortsetzen. Wenn ferner 2) ein Körper von zweyen Kräften, die nach verschiedenen Richtungen unter einem gewissen Winkel auf ihn wirken, zugleich getrieben wird, so befolgt er die Diagonallinie eines Parallelogramms in eben der Zeit, in welcher er von der einen Kraft längs einer Seite desselben, und von der andern längs der an jener liegenden, geführt worden wäre. Dies ist nun auch auf den Fortlauf jener großen Weltkörper anzuwenden. Es habe also, nach fig. 104. ein Planet, der beym Beginnen in P war, auf eine uns freilich unerklärbare Weise, ein Bestreben oder einen Stoß erhalten, nach der Richtung PQR fortzulaufen, so wird er nach dieser ursprünglichen und eigenen Bewegung, seinen Weg geradelinigt und mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortsetzen. Legt

er nun z. B. PQ in einer Minute zurück, so muß er um eben so weit, nemlich von Q nach R in der folgenden Minute kommen ꝛc. Nun wirke aber die anziehende Kraft der Sonne S auf ihn, nach der Richtung QS und mit einer Kraft, welche die Länge der Linie QT ausdrückt, so wird der Planet von seiner eigenen Bewegung und dieser Wirkung der Sonne unaufhörlich zugleich getrieben, so wenig QR als QT, sondern QV nemlich die Diagonallinie in dem Parallelogram QRVT beschreiben, dessen Seiten QR und QT die Größe jener beyden Kräfte andeuten, und folglich nach einer Minute in V anlangen *). Dies vorausgesetzt, dient zum Beweise des Satzes, daß die Radii vectores aller Planeten in gleichen Zeiten gleich große Raumebenen ihrer Bahnen beschreiben.

§. 583. Denn gesetzt, nach fig. 104. wäre SPQ der von dem Radius vector SP bey der Fortrückung des Planeten von P nach Q, zurückgelegte Raum in der ersten Minute, so würde, wenn der Planet der ursprünglichen Bewegung allein überlassen von Q bis R in der folgenden Minute liefe, auch SRQ der zurückgelegte Raum für eben diesen Zeittheil seyn. Es sind aber die Triangel SPQ und SQR einander dem Inhalt nach gleich, denn beyde haben gleich große Grundlinien PQ und QR und eine gleiche Höhe, welche nemlich

*) Es wird hier nur ein kleiner Zeittheil angenommen, um den demselben zukommenden sehr kleinen Theil der Bahn eines Planeten als geradelinigt ansehen zu können.

nemlich ein von S auf die verlängerte Linie RQP gefälltes Perpendicul Sr mißt (§. 14.), und demnach müßte auch schon bey diesem geradelinigten Fortlauf, der Radius vector des Planeten in gleichen Zeiten gleich große Räume beschreiben, allein er würde sich dabey ins Unendliche von der Sonne entfernen. Da er unterdessen zugleich von derselben angezogen statt von Q nach R, nach V geführt wird, so ist SQV statt SQR der zurückgelegte Raum. Nun haben aber auch die beyden Triangel SQV und SQR einen gleichen Flächeninhalt, wie die Geometrie lehrt, denn beyde stehen auf einer Grundlinie QS und zwischen gleichen Parallelen QS und Rm. Daher ist der Beweis richtig, daß der sehr kleine Flächenraum, welchen der Radius vector eines Planeten in der ersten Minute beschreibt, dem in der folgenden gleich sey, und da diese Gleichheit auf eben die Art von Minute zu Minute der ganzen Umlaufszeit fortdauert, so ist dies Gesetz der Bewegung aus zweyen auf den Planeten wirkenden Kräften für alle Puncte seiner Bahn und alle folgende Zeittheile mit eben der Leichtigkeit bewiesen. Es kann sich hierin nichts ändern, so lange nicht eine fremde Kraft jene anfängliche Gleichförmigkeit des Planetenlaufs in einem und dem zunächst folgenden Augenblick nach der geraden Richtung PQR stört. Die bisher vorgetragenen drey Hauptgesetze der Bewegung der Planeten haben unterdessen ihrem Entdecker, dem berühmten Kepler, erst alsdann einen bleibenden Ruhm erworben, als nach ihm der große Newton durch dieselben auf ein noch allgemeineres Gesetz bey seiner wichtigen Ent-

deckung einer im Weltraum vorhandenen Schwerkraft oder gegenseitigen Anziehung der Himmelskörper geführet wurde.

Von der Schwere der Körper auf der Erdoberfläche.

§. 584.

Die **Schwere** ist eine allgemeine Eigenschaft aller Körper, die wir kennen, von welcher Größe, Masse und Dichtigkeit sie auch immer seyn mögen, und besteht in einer für uns unerforschlichen Neigung derselben, sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, oder allemal senkrecht gegen ihre Oberfläche mit einer unsichtbaren Kraft zu fallen, wenn sie sich frey überlassen sind. Das Gesetz der Geschwindigkeit ihres Falles, welches **Galiläus** um das Jahr 1620 zuerst entdeckt hat, ist folgendes:

Ein Körper	in der 1sten Sec.	15 Fuß,	durchgefallene Räume 1
fällt nahe an	⸗ ⸗ 2ten	⸗ 45	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ 3
der Oberflä⸗	⸗ ⸗ 3ten	⸗ 75	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ 5
che der Erde	⸗ ⸗ 4ten	⸗ 105	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ 7
Größe des Falls n. der 4ten Sec.		240 Fuß	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ 16

Demnach verhalten sich die Räume, welche ein Körper vom Anfange seines Falles durchläuft, wie die Quadrate der Zeiten. Denn in der 2ten Sec. ist er $2 \cdot 2 \cdot 15 = 60$; in der 4ten $4 \cdot 4 \cdot 15 = 240$ Fuß gefallen, und die in gleichen Zeiten, also von Secunde zu Secunde zurückgelegten Räume zeigen die ungeraden Zahlen 1. 3. 5. 7. ꝛc. an, folglich nimmt die Geschwindigkeit des Falles der Körper immer zu, je länger sie fallen, welches,

wie nach dem in der Statik von Huygen gegebenen Beweise, schon die Natur der Sache mit sich bringt, weil die Schwere eine fortdauernde Kraft ist, die ununterbrochen auf den Körper wirkt, und seinen Fall nach dem Product vom zurückgelegten Raum und indeß verflossener Zeit immer mehr beschleunigt.

§. 585. Die genaue Größe des Falles der Körper in der ersten Secunde hat man nicht allein durch wirkliche Versuche zu bestimmen gesucht, sondern sie läßt sich auch durch folgenden, von Huygen erfundenen und bewiesenen Lehrsatz aus der genau beobachteten Länge eines Secunden-Penduls bis auf $\frac{1}{4}$ Linie, berechnen. Das Quadrat vom Durchmesser eines Kreises verhält sich zum Quadrat der Peripherie desselben, wie die halbe Länge eines Penduls, das Secunden schlägt, zur Länge, durch die ein Körper in der ersten Secunde herunter fällt *). Nun ist z. B. die halbe Länge des Secundenpenduls zu Paris 18 Zoll 4, 28 Linien (§. 279.) wird daher das Verhältniß des Durchmessers zum Umkreise = 113:355 gesetzt; so ist:

---

*) Oder der Umfang verhält sich zum Durchmesser des Kreises, wie die Zeit eines sehr kleinen Pendulschwungs oder 1 Sec. zur Zeit, die ein Körper braucht, die halbe Länge des Secundenpenduls senkrecht herunter zu fallen. Demnach 355 : 113 = 1 Sec. : 19''', 1. Nun sind aber die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional, folglich $(19''',1)^2 : (60''',0)^2$ = 18 Z. 4, 28 L : 15 Fuß 1 Z. 2 L. = dem Fall des Körpers in einer Secunde.

	Fall eines Körpers in 1 Sec.		
		12	12
$113^2 : 355^2$ oder 12769: 126025 = 220, 28 Linien:	15 Fuß	1 Zoll	2 Linien franz.
Wegen der ungleichen Länge der Secundenpenduln auf der Erdoberfläche oder der daraus folgenden geringern Schwere unterm Aequator kann diese Größe des Falles nicht überall gleich seyn. Sie findet sich nach obigem Satz unterm Pol, wo die halbe Länge des Penduls 220, 84 Linien (§. 272.) ist von —	15	1	8
und unterm Aequator, wo selbige 219,55 Linien ist, von	15	0	7

§. 586. Die Körper fallen demnach unter dem Aequator langsamer, oder mit einer geringern Kraft der Schwere nieder, als unter den Polen, wovon die Ursache, wie schon §. 271. bemerkt worden, von der durch den dortigen größten Umschwung der Erde bewirkten Fliehkraft, welche der Schwere entgegen wirkt, herzuleiten ist. Die Größe der Schwerkraft, womit ein Körper nach vorigen Verhältnissen fällt, oder die Oberfläche der Erde drückt, ist allemal seinem Gewichte gleich, demnach müssen die Körper unter dem Aequator etwas leichter werden. Es wird freilich z. B. ein Centner unter den Polen auch noch ein Centner unter dem Aequator seyn, allein die Kraft und Schnelligkeit

womit dies Gewicht in der letztern Gegend fällt, wird geringer. Es sind demnach Gründe vorhanden, zu glauben, daß das Gewicht der Körper oder die Schwere sich verringere, je weiter man sich von der Erde entfernt, und Newton hat die wichtige Entdeckung gemacht, daß die Schwere der Körper mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt. Allein diese Abnahme trägt auch auf dem Gipfel des höchsten Berges der Erde nur erst wenig aus. Z. B. der Gipfel des Chimboraßo in Peru ist nach Hr. v. Humbolds Beobachtungen 3357 franz. Klafter über der Meeresfläche erhaben; und der Halbmesser der Erde ist unterm Aequator = 3273300 Klafter; demnach liegt der Gipfel dieses Berges vom Mittelpunct der Erde 3276657 Klafter. Es verhalten sich aber, den Halbmesser der Erde = 100000 gesetzt:
3273300 : 3276657 = 100000 : 100098, und daher ist nach Newtons Regel $100098^2 : 100000^2$ = in einem abgekürzten Verhältnisse 100196 : 100000 oder 1 : 0,998 = 1000 : 998, folglich die Schwere auf dem Gipfel des Chimboraßo nur um $\frac{2}{1000} = \frac{1}{500}$ geringer als auf der Erdoberfläche.

§. 587. Die Schwere treibt um die ganze Erde herum alle fallende Körper senkrecht gegen die Oberfläche der Erde, so daß wenn sie daselbst nicht aufgehalten würden, und die Erdkugel durchbohrt wäre, sie im Mittelpunct derselben ankommen und schwebend bleiben müßten, weil nach demselben die Richtung ihres Falles geht (den Erdkörper kugelrund betrachtet). Hier

wird folglich ihre Schwere völlig aufhören und daher muß ihr Gewicht immer mehr abnehmen, je näher sie zum Mittelpunct gelangen. Aus dieser richtigen, der Natur der Sache gemäßen Voraussetzung, denn Beobachtungen darüber sind nicht anzustellen, nebst dem, was oben von den Beobachtungen und Berechnungen der Naturforscher über die Verminderung der Schwere in der Höhe gesagt worden, folgt der Schluß, daß die Schwerkraft aller Körper auf der Erdoberfläche am stärksten wirke, weil sie dort von den völlig halben Erddurchmesser angezogen werden, und daß sie sich verringere, wenn sie sich von dieser Oberfläche entfernen, und entweder innerhalb dem Erdkörper dem Mittelpunct näher kommen oder über demselben sich erheben.

§. 588. Bisher ist blos von dem Falle der irrdischen Körper, bey welchen lediglich die Kraft der Schwere auf dieselben wirkt, und sie auf dem kürzesten Wege, das ist senkrecht oder in einer vertikalen Linie, gegen die Oberfläche der Erde treibt, geredet worden. Wenn aber ein Körper außer der Schwere noch durch eine andere seitwärts gehende Kraft in Bewegung gesetzt wird, so beschreibt er während seines Falls von beiden zugleich getrieben eine krumme Linie. Eine schräge in die Höhe geschossene Bombe fliegt in der Luft erst nach einem parabolischen Bogen, ehe sie wieder auf den Erdboden zurückfällt, und dieser ist von einem desto größern Umfange, folglich die Dauer des Fluges desto länger, je mehr Geschwindigkeit ihr die Kraft des Pulvers mitgetheilt hat. Diese Wurf-

bewegung bringt die sogenannte vom Mittelpunct fliehende Kraft (Centrifugalkraft) hervor, und die Bombe würde von derselben allein getrieben sich in der geraden Linie nach deren Richtung sie anfangs geworfen wurde, beständig fortbewegen und von der Erde entfernen, wenn nicht zugleich die Schwerkraft (Centripetalkraft) beständig auf sie wirkte und von dieser geraden Richtung zur Erde zurücktriebe; indem nun dieselbe der Wirkung beyder Kräfte folgt, muß sie einen bogenähnlichen Flug nehmen. Die Schwere bestimmt also in der Nähe der Erdoberfläche den Wurf eines jeden Körpers nach gleichen Grundgesetzen, wie die Fortwälzungen jener großen Himmelskörper im Weltraum *).

§. 589. Die allgemeine Schwerkraft aller Körper und Theile der Erdoberfläche, nach welcher dieselben dem gemeinsamen Mittelpunct so nahe als möglich oder gleich nahe zu kommen eine Neigung haben, hat unserm Erdkörper im Anfang seiner Bildung, als er noch, wie man hiebey annehmen muß nicht erhärtet oder in einem flüssigen Zustand war, eine runde Gestalt gegeben, denn keine andre Figur konnte hiebey statt finden. Alle Länder und Meere der Erde erhielten eine gemeinschaftliche gleich starke Ründung; letztere

*) Könnte man, in einer geringen Entfernung von der Erdoberfläche, eine Kugel in horizontaler Richtung, eine Geschwindigkeit von etwa 18800 Fuß Rheinl., (nach de la Place Berechnung) in einer Secunde mittheilen, so würde dieselbe, den Widerstand der Luft, nicht gerechnet, nie wieder zurückfallen, sondern wie ein Trabant um die Erde laufen.

wurden dadurch zur Sicherheit der erstern in ihre Ufer eingeschlossen und beyde gegeneinander in das vollkommenste Gleichgewicht und in einen Beharrungsstand gesetzt. Nur nachdem die Erdkugel anfing sich in 24 Stunden um einen ihrer Durchmesser zu drehen, erhielten vornehmlich die Theile um ihren Aequator, des größten Umschwungs wegen, durch eine hieraus entstehende Centripetal- oder Fliehkraft, ein Bestreben sich vom Mittelpunct etwas mehr wie die übrigen zu erheben, und die Erde bekam die Gestalt einer gegen die Pole um etwas abgeplatteten Kugel, wie oben §. 258. gezeigt worden. Diese Fliehkraft unterm Aequator vermag aber nichts mehr, als daß sie daselbst die Schwere der Körper gegen ihren Mittelpunct etwas verringert, denn damit auch nicht dem Sandkorn oder Wassertropfen der Umschwung der Erde gefährlich würde, hat der weise Urheber der Natur der Schwerkraft ein großes Uebergewicht über die Fliehkraft gegeben, welches unterm Aequator, wie die Astronomen aus dem Abstand und der Umlaufszeit des Mondes, verglichen mit dem Halbmesser und der Umdrehungszeit der Erde und mit Zuziehung des zweyten Keplerschen Lehrsatzes (§. 576.) berechnet haben, 289mal austrägt *). Denn Halley giebt unter andern hiezu folgende Regel: Das Product von der Cubikzahl der Entfer-

*) Da nun die Körper unter dem Aequator in einer Sec. bey der Umdrehung der Erde 15 Fuß 0 Z. 7 L. = 2167 Linien herunter fallen, so würde, wenn diese Umdrehung nicht statt fände, dieser Fall dort 2167 + $\frac{1}{289}$ = 2174,5 Linien = 15 Fuß 1 Zoll 2,5 franz. Linien betragen.

nung des ☾ in Erdhalbmessern = 60 und der Quadratzahl der Umdrehungszeit der Erde = 24 St., durch das Product der Cubikzahl des Halbmessers der Erde = 1 und der Quadratzahl der Umlaufszeit des ☾ = 27 T. 8 St. = 656 St. dividirt, giebt im Quotienten, wie vielmal die Centrifugal- von der Centripetalkraft unterm Aequator übertroffen wird: Hiernach findet sich:

$$\frac{60^3 \cdot 24^2}{1^3 \cdot 656^2} = 289$$

Oder vergleicht man nach Keplers Satz geradehin die Cubikzahlen der Entfernung mit den Quadratzahlen der Geschwindigkeit, nemlich $60^3 : 1^3 = 656^2$ Stunden: ... so kommen 1,408 Stunden für die Umdrehungszeit der Erde *), diese dauert aber 24 Stunden und nun giebt $\frac{24^2}{1{,}408^2}$ Stunden im Quotienten gleichfalls 289. Eben dieses Resultat ergiebt sich im Quotienten, wenn man den Fall der Körper in einer Secunde unterm Aequator (welcher die Schwerkraft auf der ruhenden Erdoberfläche ausdrückt) durch das Pro-

*) Oder in 1,408 Stunden (etwa 5100 Sec.) müßte ein Körper unterm Aequator seinen Umlauf um den Mittelpunct der Erde vollführen, wenn er mit der Kraft, die die Erde auf schwere Körper ihrer Oberfläche äußert (nemlich 15 Fuß Anziehung in 1 Sec.) getrieben würde. Eben so kann man mit Zuziehung der Länge des Penduls unterm Aequator beweisen, daß die Quadratwurzel aus den Quotienten vom Halbmesser der Erde in dieser Länge (beyde in Linien) mit 2'' mult. das nemliche Resultat giebt.

duct: **Sinus versus des Bogens von 15″** *) (den ein Punct des Erdäquators bey der Umwälzung in einer Zeit-Secunde zurücklegt **) **mit dem Halbmesser der Erde,** (§. 288.) = 3273300 **Fuß, in Linien eines Zolls, dividirt.**

Also $\frac{15 \text{ Fuß } 1 \text{ Z. } 2{,}5 \text{ L.} = 2174{,}5 \text{ L.}}{\text{Sin. vers. } 15'' + 742:746 = 0{,}0000000026{,}60.2828 \text{ Mill.}} = 289$

Diese Regel kann aber erst nachher deutlich werden.

Entdeckung einer allgemeinen Kraft der Schwere oder Anziehung der himmlischen Körper.

§. 590.

Die Wirkungen der Schwerkraft auf der Erdoberfläche und die Bemerkung, daß sie sich auch auf den Gipfeln der höchsten Berge nicht sehr merklich vermindern, hat die Naturforscher und Astronomen zuerst auf die Vorstellung gebracht, daß ein solches Bestreben der Körper, sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, wol noch in größern Entfernungen außerhalb der Erde statt finden müsse, und sich vielleicht bis zum Monde oder noch weiter erstrecken könne. Daß auch noch dieser Trabant gegen die Erde eine Schwere habe und herab fallen würde, wenn er nicht von einer anfangs ihm mitgetheilten Wurfbewegung, die ihn seitwärts forttreibt,

*) Der Sin. vers. von 15″ ist = 0,00000002644 (Radius = 1).

**) Da die Erde eigentlich nur 23 Stunden 56′ 4″ zu ihrer Umwälzung braucht, so muß der Sinus versus von 15″ noch im Verhältniß des Quadrats von 23 St. 56′ 4″ zu 24 St. vermehrt werden, = 742 : 746.

in seiner Bahn (wie eine Bombe nahe bey der Erdoberfläche in der Luft eine Zeitlang) erhalten würde. Daß auf dem Mond und allen übrigen Himmelskörpern eine gleiche Schwerkraft vorhanden sey, nach welcher sich die Materie auf denselben wie bey uns zum Mittelpunct drängt, woraus ihre kugelähnliche Gestalten entstanden sind. Daß Jupiter, Saturn und Uran ihre Monde gleichfalls wie die Erde den ihrigen, vermittelst der in ihrer Nachbarschaft noch wirksamen Schwere um sich herumführen. Daß die große Sonne auf eine ähnliche Art noch in unermeßlichen Entfernungen ihre Planeten und Kometen durch eine mächtige Anziehungskraft in kreisähnlichen Bahnen fortführe. Daß endlich die Planeten gegen einander und gegen die Sonne eine wechselseitige Anziehung äußern, rc. Mit einem Worte: daß die Schwere eine allgemeine Eigenschaft aller Körper des Sonnenreiches sey.

§. 591. Anaxagoras, Democritus, Plutarch und andere, haben schon dies allgemeine Streben der Materie gegen einen gemeinsamen Mittelpunct angenommen. Copernicus schrieb die runde Gestalt der Himmelskörper dieser Schwerkraft zu; Tycho selbst mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält und um sich herum lenkt, ob sich gleich dieses mit seinem System schwerlich reimen ließ (§. 385. und 386.). Der scharfsinnige Kepler ging hierin schon weiter als keiner vor ihm. Er bewies, daß die Sonne alle Planeten anziehe und hinwieder etwas von denselben angezogen würde, oder

daß ein jeder Planet eine Schwere gegen die Sonne habe; daß vornemlich der Mond, vermöge der Anziehung der Erde und der ihm mitgetheilten Bewegung, seinen monatlichen Umlauf um dieselbe vollführe; daß die indeß veränderliche Anziehungskraft der Sonne auf den Mond dessen Lauf ungleich mache; daß die Ebbe und Fluth von der Schwere des Mondes herrühre, rc. Galiläus, Hevel und mehrere Astronomen hatten ähnliche Gedanken. Nur fehlte noch ein Meßkünstler, der das Gesetz entdeckte, nach welchem die Schwere oder anziehende Kraft in der Entfernung abnimmt, und damit die Regeln zur Berechnung derselben lehrte, und diese Ehre war Isaac Newton aufbehalten, welcher den 25. December 1642 zu Woolstrop in der englischen Provinz Lincolne geboren wurde und den 10. März 1727 starb.

§. 592. Als dieser große Mann, so wird berichtet, im Jahr 1666 Cambridge der Pest wegen verlassen mußte, ging er einstens in einem Garten spazieren, und dachte zuerst über die Schwere und ihre Eigenschaften nach *). Diese mächtige und immer wirksame Kraft, urtheilte er, leidet auch auf den Gipfeln der höchsten Berge noch keine merkliche Abnahme, läßt sogar, noch in den obersten Regionen der Atmosphäre, kein Dunstkügelchen der Erde entfliehen; sie muß also ohnfehlbar auch in weit größern Höhen vorhanden seyn, und erstreckt sich vielleicht bis zum Mond, ist aber dort zwei-

*) Einige erzählen, daß ein Apfel, der von einem Baum fiel, ihm dazu Veranlassung gegeben.

felsohne vielmal geringer als bey uns. Wer weiß, ob sie nicht auf den Lauf desselben einen Einfluß hat, und diesen nachbarlichen Weltkörper unaufhörlich an die Erde fesselt und ihn in seiner Bahn fortführt? Um nun zu schätzen, in welchem Verhältniß die Kraft der Schwere mit den Entfernungen sich verringere, verglich er, bey der Voraussetzung, daß der Mond von der Schwere in seiner Bahn erhalten würde, die verhältnißmäßigen Abstände und Umlaufszeiten der Planeten mit einander, und glaubte zu bemerken, daß, wenn auch diese durch eine der Schwere ähnliche Kraft um die Sonne geführt werden, solche im Verhältnisse des Quadrats der zunehmenden Entfernungen sich vermindern müsse. Dies Gesetz suchte er nun anfangs auf den Mond anzuwenden. Unterdessen gab das Resultat dieser ersten Untersuchung noch nicht die erwünschte Uebereinstimmung, weil er dabey die Größe eines Grades vom Umfange der Erde und damit den Halbmesser derselben nur nach einer damaligen, sehr fehlerhaften Schätzung angenommen. Er konnte erst nach einigen Jahren seine Berechnung über die Schwere des Mondes mit einem bessern Erfolg wieder vornehmen, als die von Picard in Frankreich angestellten Messungen der Grade des Meridians bekannt wurden; und da ergab sich glücklich die Bestätigung seiner wichtigen Entdeckung, daß die Schwerkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt, welche er in seinem, im Jahr 1687 zu London erschienenen Werke: „*Principia mathematica philosoph. natural.*" bekannt

machte. Halley und Hook sollen mit Newton zugleich auf dies Gesetz der Schwere gekommen seyn, und ersterer gezeigt haben, daß solches eine Folge des Keplerschen Gesetzes sey. Nachher berechnete Newton ferner aus dieser allgemeinen Schwere oder Anziehungskraft, durch Hülfe der höhern Geometrie und Analysis ihre verschiedenen Wirkungen bey dem elliptischen Lauf der Planeten um die Sonne, ihren verschiedenen Stellungen unter sich und gegen die Erde, und wie dadurch ihre Bewegung ungleich wird, welches sich vornemlich am Monde zeigte. Endlich erfand er sogar Regeln zur Berechnung der Masse und eigenthümlichen Schwere der Sonne und Planetenkugeln, ihrer Dichtigkeit rc., und so führten die anfangs geringscheinenden Schlüsse über die Schwere zu den wichtigsten Entdekkungen, die Newton unsterblich machen.

§. 593. Nachher sind die Wirkungen dieser allgemeinen Schwere (Gravitation) auf der Erdoberfläche und in den unermeßlichen Räumen des Himmels, durch mancherley Erfahrungen bewiesen, und die nach den nun bekannten Gesetzen, darauf gegründeten Berechnungen treffen auch mit allen Erscheinungen so genau zusammen, daß man anjetzt dieselben unmöglich noch in Zweifel ziehen kann. Unterdessen, ob schon die größten Geister allen Scharfsinn angewendet haben, über die Ursache dieser Schwerkraft einiges Licht zu verbreiten, so ist man doch hierin noch zu weniger Gewißheit gekommen. Daß nach eben den Gesetzen, nach welchen ein in die Höhe geworfener Stein wieder gegen die Erde zurückfällt, sich jene große Kugeln des

Himmels fortwälzen, hat Newton bewiesen; allein nun frägt sichs, was treibt den Stein gegen die Erde? ist es eine Stoßkraft (Impulsion), die von außen auf ihn drückt, oder eine Anziehungskraft (Attraction), die im Mittelpunct der Erde ihren Sitz hat? Wird der Körper gegen die Erde getrieben, oder von derselben angezogen? Geschieht dies vielleicht, vermittelst einer gewissen äußerst subtilen Materie, die, wie einige neuere Naturforscher bey der Anziehung des Eisens vom Magneten glauben, unaufhörlich durch die kleinsten Zwischenräume beyder Körper dringt, oder können sich zwey Körper in irgend einer Entfernung, ohne Aufhören anziehen, und im Verhältniß ihrer Massen, gleichsam eine Neigung haben, sich einander zu nähern, ohne Dazwischenkunft einiger Materie, welches Newtons Meynung zu seyn schien? Man könnte fragen: Sollte wol diese Anziehung der kleinsten Stoffe wie ganze Weltmassen eine eben so wesentliche Eigenschaft der Körper als etwa die Ausdehnung seyn, und wurde nur der Wille des Schöpfers erfordert, ihnen diese Kraft zu ertheilen? — Dergleichen und viele andere Fragen und Zweifel über diese Sache sind längst von den Philosophen aufgeworfen, beantwortet, bestritten, und wir sind mit dem allem um nichts weiter gekommen. Man sollte, statt Herbeyziehung willkührlicher Hypothesen, lieber gestehen, daß die Erklärung des Grundes und ersten Ursprungs der Schwere, die Grenzen des menschlichen Verstandes übersteigt. Der Sternkundige kann auch übrigens die weitern speculativischen Nachforschungen desselben dem Metaphysiker überlassen. Glücklich

genug, daß er dagegen die unveränderlichen Gesetze kennt, nach welchen diese Schwer- oder Anziehungskraft *) (der Name ist gleichgültig) auf der Erdoberfläche und in den unermeßlichen Räumen der Himmel wirkt, um in der daraus entstehenden Dauerhaftigkeit, unverrückten Ordnung und Harmonie des großen Weltgebäudes die unläugbaren Spuren vom Daseyn eines weisen Urhebers desselben zu finden.

Vorstellung, wie die Planeten ihre Bahnen, vermöge der Centralkräfte, beschreiben, Gesetze der Wirkung dieser Kräfte.

§. 594.

Die Planeten beschreiben eigentlich, wie schon gesagt, elliptische Bahnen um die Sonne; allein bey der allgemeinen Betrachtung der Wirkung der Anziehungskraft und der Fliehkraft (ursprünglichen Bewegung) oder der sogenannten Centralkräfte, kann man solche als kreisförmig behandeln, weil ihre Gesetze auf eine gleiche Art dabey statt haben, indem auch Circulskreise als Ellipsen betrachtet werden können, deren Excentricität unendlich klein ist, und dann, weil überhaupt hiebey, der unaufhörlichen Wirkung dieser Centralkräfte wegen, nur sehr kleine Zeittheile zum Grunde gelegt werden dürfen, in welchen der Planet sich durch einen unmerk-

*) Der schickliche Ausdruck: Anziehung soll nicht die Kraft selbst erklären, sondern nur ihre Richtung gegen den Mittelpunct anzeigen.

unmerklich gekrümmten Bogen bewegt, welchen man, die Bahn sey eine Ellipse oder ein Kreis ꝛc., für geradelinigt ansehen kann.

§. 595. Es sey nun, um wieder auf die Vorstellung §. 582. zurückzukommen, und hier Newtons Satz anzuwenden, nach fig. 105. in S die Sonne und in P ein Planet, welcher seine Bahn PeB ꝛc. um S beschreibt. Dieser Planet würde nun nach einem im Anfang seiner Bildung erhaltenen Stoß gegen A sich beständig in einer geraden Linie nach dieser Richtung mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nicht zugleich eine zum Mittelpunct S drückende Kraft, oder welches einerley ist, die der Sonne S eigenthümliche Anziehung beständig von derselben ablenkte und ihn nöthigte, den Bogen PB zu beschreiben, an welchem PA eine Tangente ist. Während, daß der Planet den Bogen PB zurücklegt, hat er sich folglich um AB von seinem geraden Wege entfernt, und daher drückt die Länge der Linie AB die Größe der anziehenden oder Centripetal-Kraft, das ist, die Schwere gegen die Sonne für den Bogen PB aus; dieser mag übrigens circulär, elliptisch, parabolisch ꝛc. seyn. Gesetzt, der Planet hätte keinen Stoß gegen A erhalten, um von P bis A zu laufen, oder diese ursprüngliche Bewegung würde aufgehoben, so müßte er, bloß der zum Mittelpunct drückenden oder dorthin gerichteten Kraft überlassen, von P nach G mit gleicher Geschwindigkeit gegen S fallen. Es ist aber PC = GB, und GB kann mit AB als gleich groß angesehen werden, wenn man sich den Bogen PB als äußerst klein und nur von eini-

gen Secunden vorstellt, den etwa der Planet in einer Minute durchläuft, wo alsdann derselbe eine Diagonallinie des Parallelograms C B A P oder C B G P wird. Die Seite B A = B G = C P ist die Größe der Schwere oder Centripetalkraft, wenn sie allein wirkte; P C aber ist der Sinus versus des Bogens P B (§. 25.); und nun wird in der Trigonometrie bewiesen, daß der Sinus versus von äußerst kleinen Bogen mit dem Quadrat derselben im Verhältniß stehe, und z. B. ein doppelter Bogen einen vierfachen, ein dreyfacher, einen neunfachen Sinus versus habe *). Es drücke demnach bey einem andern Planeten N M den Sinus versus des sehr kleinen zurückgelegten Bogens N L aus, so verhält sich, nach geometrischen Gründen (§. 20.) T M : M L = M L : M N oder M N ist $= \frac{ML^2}{TM}$ nemlich L M wird die mittlere Proportionallinie zwischen T M und M N seyn. Da aber hier N M, der Sinus versus, gegen T N, den Durchmesser des Kreises, fast für nichts zu achten, und M L mit N L, der Sinus eines sehr kleinen Bogens mit seinem Bogen, als gleichgroß zu rechnen ist, so kann man statt T M . . T N oder 2. N S, und statt M L . . N L, und also den Sinus versus, dem Quadrat seines Bogens, durch den doppelten Radius oder den Durchmesser des Kreises dividirt, gleich setzen; folglich wird $N M = \frac{NL^2}{2.NS}$ oder für den vorigen Planeten P C

*) Nach den großen logarithmischen Tafeln von Vega ist z. B. der Sinus versus von 30 Secunden = 106 von 60 Secunden = 424 und von 90 Sec. = 954 (Radius = 1,0000000000).

$= \frac{PB^2}{2.PS}$. Daher wirkt nun die Centripetalkraft NM oder PC nach dem Quadrat der Geschwindigkeit oder der Weite des zurückgelegten Weges NL oder PB, das heißt: um einen Planeten bey einer doppelten Geschwindigkeit in seiner Bahn zu erhalten, wird eine vierfache Kraft der Anziehung oder Schwere gegen die Sonne erfordert.

§. 596. Die Seite BA = BG in dem hier vorkommenden Parallelogramm drückt nun auch die Wirkung der Centrifugal oder der vom Mittelpunct fliehenden Kraft aus, weil sich der Planet um so weit vom Mittelpunct S würde entfernt haben, während der Zeit, da er den Bogen PB durchlief, wenn er von der Centripetalkraft frey gewesen wäre. Nun ist, wie schon bemerkt worden, bey einem sehr kleinen Bogen BG = PC mit BA für gleichgroß zu halten, und die geringe Abweichung des Planeten von der Tangente oder die Linie AB = PC ist nach vorigem §. $= \frac{PB^2}{2.BS}$. Daher bringt die kreisförmige Bewegung eine Centrifugalkraft hervor, welche dem Quadrat der Geschwindigkeit dividirt durch den doppelten Halbmesser oder den Durchmesser des Kreises gleich ist, wenn diese Fliehkraft als 1 angesetzt wird. Folglich steht auch die Centrifugalkraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit im richtigen Verhältnisse, oder bey einer doppelten Geschwindigkeit wendet der Planet ein vierfach größeres Bestreben an, sich vom Mittelpunct seiner Laufbahn zu entfernen. Da nun beyde Kräfte in jedem Augenblick auf

die Bewegung des Planeten zugleich wirken, so muß derselbe eine kreisförmige Bahn um die Sonne beschreiben.

§. 597. Man stelle sich noch dabey zu mehrerer Deutlichkeit vor, wie der Planet in sehr kleinen Zwischenzeiten, etwa von Secunde zu Secunde von beyden Centralkräften auf einmal getrieben werde, wobey die vorkommenden unendlich kleinen Bogen als gerade Linien anzusehen sind, denn in der Geometrie wird angenommen, daß der Umkreis eines Circuls aus unendlich kleinen Linien zusammengesetzt ist. Nach Fig. 106 laufe der Planet in der ersten Secunde, zufolge seiner ursprünglichen Bewegung, von a bis b gleichförmig fort, und zugleich werde er inzwischen um ac, von einem rechts unterwärts im Mittelpunct seines Kreislaufes liegenden Körper angezogen, so wird er nach e hinkommen. In der zweyten Secunde treibe ihn die erstere Kraft von e nach g, die andere von e nach k, so langt er in i an. In der dritten Secunde werde er von der ersten von i nach h, von der andern von i nach l gebracht, und so kommt er nach d, und hat also in den verflossenen drey Secunden die Diagonale von 3 Parallelogrammen beschrieben, deren Höhe und Länge die Centripetal- und Centrifugalkräfte ausmachen.

§. 598. Die ursprüngliche Geschwindigkeit zweyer Planeten, oder die einmal erhaltene Kraft der Wurfbewegung, mit welcher sie in einer geraden Linie sich unaufhörlich bewegen würden, sey noch so ungleich, so verhält sich allemal die Schwerkraft, welche sie in ihren elliptischen Bahnen gegen die Sonne

lenkt, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihres Abstandes von der Sonne, das heißt, sie nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, wie Newton zuerst aus dem Keplerschen Gesetz (§. 576.) bewiesen. Nach Fig. 105 sey NLD die Erd- und PB die Jupitersbahn; ferner stellen NL und PB sehr kleine Bogen nur von einigen Secunden derselben vor, welche sich hier einander ähnlich sind, weil beyde zwischen gleichen Halbmessern SB und SP liegen. Wären nun die Umlaufszeiten der Erde und des Jupiters gleich lang, so müßten auch NL und PB in einer gleichen Zeit zurückgelegt werden, und Jupiter würde um so viel geschwinder laufen, als der Umfang seiner Bahn den Umfang der Erdbahn übertrifft. So aber hält sich Jupiter 12mal länger in seiner nur 5, 2mal größern Bahn auf; er rückt also langsamer wie die Erde fort, und gesetzt, er sey in eben der Zeit, etwa in einer Minute nur von P bis e gerückt, während daß die Erde NL beschreibt, so ist der Sinus versus Pd für die Jupiters- und NM für die Erdbahn die Größe der Centripetal- oder Anziehungskraft der Sonne in einer Minute. Da nun Jupiter 5, 2mal weiter wie die Erde von der Sonne steht (§. 420.), so hat Newton gefunden, daß sich NM:Pd umgekehrt wie $SN^2:SP^2$ verhalte, oder daß Pd 5, 2 . 5, 2 = 27mal geringer als NM sey. Es läßt sich dies auch folgendermaßen herausbringen: Die Entfernung des ♃ von der ☉ ist = 52 = SP; der Erde = 10 = SN; die Bewegung des ♃ in einer Minute oder der Bogen Pe faßt $12\frac{1}{2}'''$ von der Jupiters-, und die Fortrückung der Erde in einer

Minute oder der Bogen NL 150''' (Tertien) von der Erdbahn. Da nun nach §. 595

$$NM = \frac{NL^2}{2 . NS} \text{ und } Pd = \frac{Pe^2}{2 . PS}$$

so ergiebt sich das Verhältniß von NM:Pd, weil die Schwerkraft in der weitern Entfernung abnimmt, aus beyden Quotienten von den Quadraten der Bogen durch die umgekehrten doppelten Abstände dividirt.

Demnach $\frac{150^2}{104} : \frac{12\frac{1}{2}^2}{20} = 216:8 = 27:1$

welches die Quadratzahlen der Entfernung des ♃ und der Erde von der Sonne nemlich 5, 2 und 1 sind, und damit ist das wichtige Newtonsche Gesetz bewiesen.

§. 599. Es läßt sich ferner im Gegentheil aus dem vorigen leicht zeigen, daß da die Centripetalkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung von der Sonne abnimmt, die Geschwindigkeit der Wurfbewegung oder der zurückgelegte Weg zweyer Planeten in gleichen Zeitmomenten mit der Quadratwurzel ihrer Abstände von der Sonne im umgekehrten Verhältnisse stehen müsse, wenn die Centripetalkraft beyde in einer kreisförmigen Bahn erhalten soll, und daß daher die Bewegung mit ihrem weitern Abstande in diesem Verhältnisse, immer langsamer werde. Denn es stehe fig. 105. der Planet P 4mal weiter als die Erde N von der Sonne, so verhalten sich die Sinus versus der ähnlichen Bogen NL, und PB, nemlich NM und PC wie die Längen der Bogen selbst, also wie 1:4. Nun ist die Centripetalkraft für P 4.4 = 16mal schwä-

cher als für N, und daher der Sinus versus Pd eben so vielmal kleiner als NM oder 64mal kleiner als PC für den Weg des Planeten Pe. Aber Pe ist der 8te Theil von PB weil die Sinus versus sich wie die Quadrate der Bogen verhalten, folglich wird beym 4fachen Bogen, der 8te Theil, nemlich der Weg Pe = die Hälfte von NL oder √4 der größern Entfernung, in einer gleichen Zeit. Diesemnach steht z. B. die Erde 10, und Saturn 95 Theile von der Sonne, die Quadratwurzel aus 10 ist 3, 16 und aus 95 9,74, folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten der Wurfbewegung der Erde und des Saturns gegen einander, wie 9, 74 : 3, 16, wenn also die Erde 4, 1 deutsche Meilen nach §. 563. in einer Secunde zurücklegt, so muß daher Saturn 1, 3 Meilen in eben der Zeit beschreiben, denn 9, 74 : 3, 16 = 4, 1 : 1, 3. In einer 9, 5mal größern Entfernung läuft also Saturn √9, 5 = 3, 08mal langsamer als die Erde. Und nach einer ähnlichen Rechnung läßt sich die in §. 563. angesetzte Geschwindigkeit der übrigen Planeten finden.

§. 600. Wenn die ursprüngliche und geradelinigte Wurfbewegung der Planeten oder die daher entstehende Centrifugalkraft aufhörte, so würden sie von der Schwerkraft allein getrieben in die Sonne fallen. Man kann berechnen, daß bey dieser Voraussetzung in den mittlern Entfernungen, Merkur nach 15 Tagen 13 St.; Venus nach 39 Tagen 17 St.; die Erde nach 64 Tagen 14 St.; Mars nach 121 Tagen; Jupiter nach 766 Tagen; Saturn nach 1900 Tagen und Uranus nach 5380 Tagen auf der Sonne anlangen würden.

Wenn ferner unser Mond und die Monde des Jupiters und Saturns aufhörten sich zu bewegen, so würden sie gegen ihre Hauptplaneten zurückfallen. Unser Mond in 4 Tagen 20 St. auf die Erde; die vier Trabanten des Jupiters in etwa 7, 15, 30 u. 71 St. auf den Jupiter; die sieben Trabanten des Saturns in 4, 6, 8, 12, 19, 68 und 337 Stunden auf den Saturn. Die Regel, nach welcher dies gefunden wird, ist folgende: Die Quadratwurzel des Würfels von 2 verhält sich zu 1, also 2, 828 : 1,000, wie die halbe Dauer des Syderalumlaufs eines Planeten oder Trabanten zur Zeit seines Falls zum Mittelpuncte des ihn anziehenden Körpers. Ferner müßte ein Stein von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Mittelpunct nach obiger Voraussetzung, in 21′ 9″ gelangen, wenn er frey fallen könnte.

§. 601. Da die Planeten nicht Circulskreise sondern Ellipsen um die Sonne beschreiben, so läßt sich nach fig. 103. leicht zeigen, daß die Centrifugal- und Centripetalkraft nicht in allen Puncten derselben gleich groß seyn könne, obgleich die Gesetze derselben dabey eben so als bey der bisher angenommenen Circulbewegung statt finden. In der Gegend der Sonnennähe und Sonnenferne um P und A herum sind die Bahnen am stärksten gebogen, weil in der erstern die Centripetalkraft und Geschwindigkeit am stärksten und in der andern beyde am schwächsten sind. Die Geschwindigkeit in P verhält sich zur Geschwindigkeit in A wie AS zu SP, nemlich umgekehrt wie die Abstände, wie es

das Keplersche Gesetz (§. 578.) erfordert. Die Centripetalkraft in beyden Puncten steht in dem Verhältniß wie AS^2 zu SP^2, indem sich die anziehende Kraft der Sonne nach dem Quadrat der Entfernungen richtet. Endlich hat Newton gleichfalls gezeigt, daß die Centrifugalkraft in P zur Centrifugalkraft in A, also im Perihelio und Aphelio, sich umgekehrt verhalte, wie der Cubus der Entfernungen oder wie $AS^3 : SP^3$ *). Aus dem Keplerschen Satz, daß die zurückgelegten Räume den Zeiten proportional sind, folgt, daß die Centrifugalkraft bey der Annäherung der Planeten zur Sonne in einem größern Verhältniß zunimmt, als die Centripetalkraft, denn jene wächst mit dem Quadrate der größern Geschwindigkeit (§. 596.), und der Verringerung des Abstandes zugleich. Gesetzt nun, die Entfernung des Planeten von der Sonne im Perihelio und Aphelio verhalte sich wie 1 : 2, so ist im Perihelio die Geschwindigkeit und Annäherung doppelt, demnach die Centrifugalkraft daselbst = 2. 2. 2 = 8mal größer als im Aphelio; die Centripetalkraft aber nur 2. 2 =

*) Denn nach §. 599. und fig. 105. hat ein 4mal entfernterer Planet als die Erde, von einem ähnlichen, also 4mal größern Bogen (d. i. einen gleichen Theil der Peripherie seiner Bahn) nur den 8ten Theil zurückgelegt, dessen Sinus versus 64mal geringer ist, als der des ganzen Bogens. Da nun dieser Sinus versus, sowol seine durch die Anziehung der Sonne indeß bewirkte Annäherung (Centripetalkraft) als auch im Gegentheil, dessen größere Entfernung von der ☉ in einer gleichen Zeit, wenn er von jener Kraft frey gewesen wäre, nemlich die Centrifugalkraft ausdrückt: so steht letztere daher mit dem Cubus der Abstände im Verhältniß, also $1^3 : 4^3 = 1 : 64$.

4mal größer (§. 595). Die Abweichung der Tangenten Aa und Pp von der Ellipse ist nun hier nicht mehr die Centripetalkraft, wie bey den vorhin angenommenen gleichförmigen Bewegungen in concentrischen Kreisen, sondern sie zeigt die Centrifugalkraft an, oder um wie viel der Planet durch seine Annäherung und größere Geschwindigkeit sich von der Sonne zu entfernen sucht.

§. 602. Hieraus läßt sich nun die Annäherung und Entfernung des Planeten von der Sonne, indem er seine elliptische Bahn beschreibt, vorstellig machen. Es kann hiebey vorausgesetzt werden, daß die ursprüngliche senkrecht auf den Abstand AS gerichtete Kraft der Wurfbewegung eines Planeten im Aphelio A geringer ist als erfordert wird, um ihn mit der Centripetalkraft in einem Kreise OAB fortzuführen, dessen Halbmesser = SA ist, und daher muß er nothwendig in dieser Gegend einen stärker gekrümmten Bogen AI beschreiben, und sich folglich der Sonne von da an nähern. Bey dieser Annäherung nimmt seine Geschwindigkeit zu, damit die von dem Radius vector zurückgelegten Räume den Zeiten proportional bleiben (§. 581.) und gesetzt, er komme im Perihelio P und sein Abstand von der Sonne sey 4mal geringer als im Aphelio, so wird, diesem Keplerschen Gesetze zufolge, seine Geschwindigkeit 4mal größer geworden seyn. Allein es braucht hier im Perihelio die Geschwindigkeit nur doppelt so groß zu seyn als im Aphelio, um einen Circul QPT zu beschreiben, dessen Halbmesser SP ist, weil bey dieser Voraussetzung nach §. 599. die

Geschwindigkeit sich im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzel aus den Abständen vermehrt oder vermindert, und folglich wird der Planet, wenn er durch sein Perihelium P gegangen, nach und nach Bogen beschreiben wie PR, die größern Kreisen zugehören, das heißt, er wird sich wieder von der Sonne entfernen und zu seinem Aphelio A hinansteigen.

§. 603. Man kann auch sagen: Wenn der Planet in P der Sonne 4mal näher ist, so ist die Anziehungskraft der Sonne $4^2 = 16$mal stärker; die Centrifugalkraft des Planeten aber wird hier $4^3 = 64$mal größer, weil jene mit dem Quadrat, diese hingegen mit dem Cubus der abnehmenden Entfernung zunimmt (§. 601); daher wird im Perihelio die Centrifugalkraft viel grösser als die Centripetalkraft seyn, und folglich muß sich der Planet von P an wieder von der Sonne entfernen. Um die Zeit der mittlern Entfernung bey K und W herum, wird die Centrifugalkraft der Centripetalkraft gleich, allein auch alsdann wird sich noch der Planet der Sonne nähern oder davon entfernen, und dies vermöge der schrägen Richtung seines Laufes gegen dieselbe. Vom Aphelio bis zum Perihelio, also von A durch AIK bis P nimmt die Geschwindigkeit und die Centrifugalkraft des Planeten zu, je näher er der Sonne kömmt, die zugleich zunehmende Anziehungskraft derselben aber sichert ihn, daß er nicht aus seiner Bahn geschleudert wird. In der andern Hälfte seiner Bahn hingegen von P durch WHG bis A wird der Planet, indem er sich wieder von der Sonne entfernt, nach und nach die in der erstern erhaltene größere Geschwindigkeit völlig

wieder verlieren, um in A allemal nach einem gleichen Zeitverfluß wiederzukehren und mit gleichen Kräften seine Laufbahn aufs neue anzutreten. Man kann hiernach die Apsidenlinie, oder die große Axe AP einer jeden Planetenbahn gleichsam mit dem Zünglein einer Waage vergleichen, zu dessen beyden Seiten jene mächtigen, unaufhörlich wirksamen Centralkräfte von der Hand der Allmacht, aufs genaueste gegen einander abgewogen, und daher im vollkommensten Gleichgewicht sind.

§. 604. Hier entsteht die Frage, ob der Lauf der Planeten in einem leeren Raume oder durch Materie geschehe? Ist das erstere der Fall, so wird es schwer zu erklären, wie diese großen Körper mit einander ohne alle Materie in Verbindung stehen, und sich wechselsweise anziehen können; findet aber das letztere statt, so läßt sich befürchten, daß diese Materie der Bewegung der Planeten hinderlich seyn, und durch ihren Widerstand, er sey auch noch so geringe, dieselben nach und nach aufhalten werde, da doch alte Beobachtungen von vielen Jahrhunderten her mit neuern verglichen zeigen, daß die Dauer ihrer Umlaufszeiten im Ganzen keine Veränderung erlitten. Newton nahm zum Behufe dieser unverminderten Geschwindigkeit der Planeten einen völlig leeren Himmelsraum an; Cartesius hingegen gedachte sich denselben als mit Materie angefüllt, die von der Sonne bis zu den äußersten Grenzen ihres Gebiets in Wirbeln kreisförmig sich umschwingt, und in deren Strom die Planeten fortschwimmen. Beyde Hypothesen haben aber vieles wider sich, und die Mei-

nung derjenigen kömmt wol der Wahrheit am nächsten, welche annehmen, daß zwar im Weltraum die Materie des Aethers und des Lichts vorhanden ist, diese sey aber so äußerst subtil, daß sie den Lauf der Planeten wenigstens nicht merklich stört. Die Anziehungskräfte müssen auch wol durch alle Räume, nicht blos vermittelst der ätherischen Materie, sondern noch auf eine andere Art, die uns verborgen ist, wirken. Sollte man auch nicht annehmen können, der Urheber der Natur habe der mächtigen Anziehungskraft der Sonne auf die Planeten so viel zugelegt, als erforderlich ist, den geringen Widerstand der Bewegung, den etwa der Aether verursacht, zu überwinden, um die Planeten jedesmal nach Verfließung gleich langer Zeiten in ihren Bahnen herum zu lenken.

Wie aus der Schwere auf der Erdoberfläche die Umlaufszeit und Entfernung des Mondes gefunden wird.

§. 605.

Der Mond läuft in 27 Tagen 8 St. um unsere Erde, und daß die einzige Ursache hievon blos seine ursprüngliche Bewegung mit der Schwere gegen die Erde vereinbart, sey, zeigt folgendes Beyspiel. Nach fig. 107. ist C der Mittelpunct der Erde, LMBT die Mondbahn, der Mond sey in L, und würde vermöge seiner einstens erhaltenen Wurfbewegung in der geraden Linie Ln fortgeführt, wenn ihn nicht seine Schwere gegen die Erde, oder die Anziehung derselben von Ln

ab, in seine Bahn zurücklenkte. LM sey der Bogen, welchen der Mond hiernach in einer Sec. durchläuft, so ist nach dem vorigen, LN die Größe seiner Schwerkraft, oder wie viel der Mond inzwischen, da er LM zurücklegt, gegen die Erde gefallen ist. Nach Newtonschen Grundsätzen nimmt die Schwere ab, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunct der Erde zunimmt. Setzen wir demnach CL = 60 . Ca oder den Mond zur Erleichterung der Rechnung, gerade 60 Erdhalbmesser von uns (§. 543), so ist die Kraft, mit welcher der Mond gegen die Erde schwer ist, 60 . 60 = 3600mal geringer als bey den Körpern auf der Erdoberfläche, oder ein Gewicht von 3600 Pfund würde in der Entfernung des Mondes nur ein Pfund schwer seyn. Nun fällt ein Körper bey uns, vermöge der anziehenden Kraft der Erde, in der ersten Secunde seines Falles (die Erde unbeweglich gesetzt) unterm Aequator 15 Fuß 1 Zoll 2,5 Linien (§. 589.) = 15, 1 Fuß gegen die Oberfläche der Erde, und daher der Mond in dieser Zeit um

$$\frac{15,1}{3600} = \frac{1}{239} \text{ Fuß,}$$

welches die Größe von LN ist. Demnach fällt der Mond in 3600 Secunden oder in einer Stunde, etwa so viel gegen die Erde herab, oder entfernt sich von seiner tangentiellen Wurfbewegung, als ein Körper zunächst an der Erdoberfläche in einer Secunde. Hörte nun jene Kraft der Wurfbewegung des Mondes von L gegen n auf, so würde dieser Himmelskörper der Kraft der Schwere allein überlassen auf die Erde mit

einer zunehmenden Geschwindigkeit herabfallen, so daß die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional wären (§. 584). Folglich in der 1sten Sec. $\frac{1}{239}$ Fuß; in der 2ten $4 \cdot \frac{1}{239}$; in der 3ten $9 \cdot \frac{1}{239}$ rc.

§. 606. Nun ist, nach dem vorigen: LN der Sinus versus des Bogens LM, den der Mond in einer Sec. zurücklegt. In einer Zeit-Sec. bewegt sich aber der Mond 33''', demnach ist LN der Sinus versus des Bogens von 33'''. Daferne der Halbmesser der Erde Ca in Füßen bekannt, und der Mond 60mal so weit = CL gesetzt wird, so läßt sich schon aus der Berechnung, was nach trigonometrischen Gründen der Sinus versus eines Bogens von 33''' für ein Theil vom Radius sey, finden, daß LN $\frac{1}{239}$ Fuß austrage. Wenn man unterdessen aus der bekannten Größe von $LN = \frac{1}{239}$ Fuß die Größe des Bogens LM, den der Mond in einer Sec. beschreibt, in Füßen, und hiernach auf seine ganze Umlaufszeit schließen will, so dient dazu folgende leichte Rechnung. In der Geometrie wird gezeigt, daß NM die mittlere Proportionallinie zwischen NL und TN sey, oder $TN : NM = NM : NL$ (§. 20). Da aber der Bogen LM nur eine Secunde groß ist, so kommt NM mit LM überein, und da auch $LN = \frac{1}{239}$ Fuß gegen LT = dem Durchmesser der Mondbahn in Füßen fast für nichts zu rechnen ist, so kann man statt NM, LM und statt TN, TL setzen, demnach $TL : LM = LM : NL$ oder $LM^2 = TL . NL$ (das ist, wie im §. 595. schon gezeigt worden, der Sinus versus steht mit dem Quadrate sehr kleiner Bogen im Verhältniß). Wird nun nach §. 288. der

Halbmesser der Erde unterm Aequator zu 3273300 Toisen = 19639800 Fuß angenommen, so ist TL = 120. 19639800 = 2356776000, und daher TL . LN = 2356776000 . $\frac{1}{239}$ = 9860987 Fuß = LM² folglich LM = 3140 Fuß, der Weg des Mondes in einer Secunde und damit 11304000 in einer Stunde. Aus dem Durchmesser TL läßt sich nach dem Verhältniß 113 : 355 der Umkreis der Mondbahn finden, selbige beträgt hiernach 7404031398 Fuß, und nach der Division mit 11304000 ergiebt sich, daß der Mond dieselbe in 655 Stunden = 27 Tage 7 Stunden zurücklegen muß, welches obgleich hier die Berechnung nicht aufs schärfste geführt worden, doch mit den Beobachtungen sehr genau zutrifft (§. 476.). Dieses Beyspiel setzt es also außer Zweifel, daß die Kraft die den Mond in seiner Bahn erhält, mit der Schwere auf der Erdoberfläche einerley ist, und daß irgend eine Kugel, wenn sie in der Gegend der Mondbahn mit eben der Schnelligkeit, nemlich 3140 Fuß in einer Secunde, und nach der nemlichen tangentiellen Richtung geworfen würde, eine gleiche Ellipse um die Erde beschreiben würde, als der Mond.

§. 607. Wenn das Newtonsche Gesetz der Schwere zum Grunde gelegt wird, so kann man auch daraus die Horizontalparallaxe des Mondes und damit seinen Abstand von der Erde finden, wodurch sich die Richtigkeit desselben ebenfalls bestätigt, und dieser Methode haben sich einige Astronomen bedient, um jene Parallaxe zu finden, ehe solche genau beobachtet wurde. Es ist bekannt, daß sich die wahre Entfernung aller

Plane=

Planeten von der Sonne nach dem zweyten Keplerschen Gesetz aus ihren Umläufen finden läßt, wenn man den Abstand eines einzigen weiß (§. 577.) Eben so ist es ohngefähr mit dem Abstande des Mondes von der Erde in Vergleichung der Körper auf der Erdoberfläche. Man kennt die Schwerkraft der letztern, entweder aus ihrem Fall gegen die Erde oder aus den Pendulschwingungen, imgleichen ferner, die Umlaufszeit des Mondes, welche eine Wirkung der Schwere desselben gegen die Erde ist (§. 606.) woraus sich Regeln zur Erfindung der Entfernung des Mondes ergeben. Man kann auch den Fall der Körper auf der Erdoberfläche in einer Secunde unterm Aequator = 15, 1 Fuß *), den Weg des Mondes in eben der Zeit = LN Fig. 107. und den Halbmesser der Erde unterm Aequator 19639800 Fuß = ac hiebey zum Grunde legen; alsdann ist die Regel, welche schon in dem, was in den vorigen §§. bemerkt ist, ihren Grund hat, folgende: Wenn nach Fig. 107. LM der Bogen ist, den der Mond in einer Secunde Zeit beschreibt = 33''' so giebt

$\sqrt[3]{\frac{\text{Sin. verf. LM . ac}}{15,1}}$ d. i. die Cubikwurzel aus dem Quotienten: Sin. verf. von 33''' **) mit dem Halbmesser der Erde in Füßen mult. u. dividirt durch 15, 1 Fuß, den Sinus der mittlern horizontalen Parallaxe des ☾ unterm Aequator 0,0166392 und damit diese Parallaxe selbst 57′ 12″, welche, obgleich hier, als Beyspiel alles

*) Die Erde als ruhend betrachtet, wie hiebey zum Grunde gelegt werden muß.

**) Der Sinus versus von 33''' ist = 0,0000000000003542.

nur beyläufig angesetzt worden, doch mit der oben (§. 543.) angegebenen vollkommen genau übereinstimmt und die Richtigkeit des Newtonschen Gesetzes abermals deutlich beweist. Aus dieser Parallaxe läßt sich dann die Entfernung des Mondes von der Erde nach §. 543. leicht berechnen.

Von der wechselseitigen Anziehung der Sonne und Planeten.

§. 608.

Zur richtigen Beurtheilung der Kraft, mit welcher ein größerer Himmelskörper einen kleinern anzieht, ist es nach der 108ten Fig. nothwendig, sowol auf die verhältnißmäßige Größe beyder Körper als auf ihre Entfernung von einander Achtung zu geben. Es sey demnach A der anziehende und B der angezogene Himmelskörper, so ist zu merken, daß: 1) um so viel größeer A ist als B, um desto größer ist auch die Kraft, mit der B angezogen wird; ist A z. B. 10mal größer, so zieht er auch B mit einer 10fachen Gewalt an ꝛc. (Unter der Größe wird hier nicht die bloße Ausdehnung, sondern eigentlich die Masse oder Menge Materie in einem oder dem andern Körper verstanden *). 2) Die Kraft, mit welcher der kleinere Planet B ange-

*) Man kann freylich die Richtigkeit dieses Satzes nicht durch Versuche bestätigen, denn wir können die Menge Materie in dem Planeten der anzieht, nur nach seiner geäußerten Anziehungskraft beurtheilen, da das Gegentheil wenigstens nicht zu beweisen ist.

zogen wird, hängt nicht von seiner eigenthümlichen Masse ab, welches schon Versuche beweisen, denn große Massen fallen mit der nemlichen Geschindigkeit als kleine. Die Wirkung der Anziehungskraft auf denselben ist also blos in dem anziehenden größern A zu suchen. Bleiben endlich 3) die Massen beyder Körper unter sich immer gleich groß, die Entfernung AB aber wird verändert, so nimmt die Wirkung der Anziehung des Körpers A auf B, mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung ab, und mit der abnehmenden zu, wovon schon vorher geredet worden. Man sagt daher, daß die Kraft der Anziehung im ordentlichen Verhältniß mit der Masse des anziehenden und angezogenen Körpers und im umgekehrten mit dem Quadrate der Entfernung stehe. Demnach muß die Anziehungskraft in sehr großen Entfernungen zuletzt unmerklich werden, sie kann aber beträchtlich seyn, selbst wenn die Körper nur klein sind, sobald sie nemlich nahe an einander kommen.

§. 609. Dies läßt sich allgemein auf die Himmelskörper anwenden. Die Sonnenkugel hat noch einige hundertmal mehr Masse, als alle eilf Hauptplaneten zusammen genommen, ihre Kraft der Anziehung muß daher auf diese Welt-Körper noch immer, auch bey den entferntesten, diejenige vielfach überwiegen, womit die Planeten sich unter einander anziehen, und letztere werden folglich ein jeder für sich, dem mächtigen Zuge der Sonne folgend, ihre elliptische Laufbahnen um dieselbe beschreiben. Gegen die Fixsterne wer-

den freilich Sonne und Planeten auch noch einige Schwere haben, allein die Wirkung derselben in der Bewegung der Planeten, wird bey der viele tausendmal größern Entfernung der Fixsterne, sie mögen auch noch so viel Masse haben, ganz unmerklich, so, daß außer der mächtigen Kraft, mit welcher die Sonne alle Planeten an sich zieht, nur noch diejenigen, dagegen verhältnißmäßig geringen Kräfte, womit sich diese Körper unter einander anziehen, in Betrachtung kommen. Diese Perturbations-Kräfte können unterdessen, wenn sich zwey Planeten einander nähern, nach dem Verhältniß ihrer Massen und der Größe der Annäherung so wirksam werden, daß sie, zufolge ihrer verschiedenen Stellung gegen einander, den genauen elliptischen Gang desjenigen Planeten in etwas stören, nemlich aufhalten oder beschleunigen, der von beyden die wenigste Masse hat, welches die Astronomen wirklich beobachten. Die Erde leidet vornemlich von der Anziehung des Jupiters, wegen seiner Größe und von der, der Venus bey ihrer Annäherung, einige Veränderung in ihrer Bewegung und Entfernung von der Sonne. So könnte auch ein Komet, wenn er eine größere Masse als ein Planet hätte, und ihm nahe vorbey liefe, den Lauf desselben merklich ändern, worüber aber, da die erstere Voraussetzung vielleicht selten oder gar nicht statt findet, noch keine sichere Beobachtungen bekannt sind. Unser Mond ist freilich fast der kleinste unter allen planetischen Körpern die wir kennen, er wird aber wegen seiner Nähe bey der Erde von derselben am stärksten angezogen, und da er außerdem vornemlich gegen die Sonne eine wiewol

viel geringere Schwere hat, so wird dadurch und auch seiner gegen die Erdbahn schräge liegenden elliptischen Bahn wegen, der Lauf desselben sehr ungleich. Die tiefsinnigen Berechnungen der Wirkungen dieser Perturbations- oder wechselseitigen Anziehungskräfte des Mondes und aller Planeten unter sich in allen möglichen Stellungen und Entfernungen von der Sonne und Erde, um daraus ihren jedesmaligen Ort am Firmament mit der größten Genauigkeit zu bestimmen, sind von den neuern Astronomen und Geometern und ganz besonders von de la Place *) zu Paris, nach dem entdeckten Gesetz der Schwere, mit vielem Fleiß und dem glücklichsten Erfolg vorgenommen worden.

§. 610. Hier läßt sich von diesen Untersuchungen nur folgendes allgemein bemerken: Wenn zwey Planeten mit einer gleichen Kraft und nach parallelen Richtungen von einem dritten und größern angezogen werden, so wird ihre Stellung und Entfernung gegen und von einander dadurch nicht verändert, welches nur statt findet, wenn der letztere einen von den beyden erstern stärker als den andern anzieht, denn es kömmt vornemlich nur der Unterschied der stärkern oder schwächern

*) In seiner Mechanik des Himmels, (4 Bände) wovon der Dr. Bürckhardt zu Paris eine deutsche Uebersetzung mit Anmerkungen veranstaltet. Bis jetzt sind 2 Bände in 4to Berlin 1800 und 1802. davon erschienen. Nicht allein die analytischen Berechnungen und Beweise dieser Perturbationskräfte, sondern auch der Gesetze der Schwere überhaupt und der Kepplerschen Gesetze, sind in diesem unsterblichen Werke, vollständig und mit den tiefsten Einsichten ausgeführt.

Anziehungskraft in Betrachtung. Der Mond leidet bey seiner Bewegung um die Erde keine Veränderung seiner Geschwindigkeit oder Entfernung, als wenn er inzwischen von der Sonne bald etwas mehr, bald etwas weniger wie die Erde angezogen und dadurch in seinem Lauf aufgehalten oder beschleunigt wird. Um die Wirkung zu berechnen, mit welcher ein größerer Planet die Bewegung der Erde stört, muß man die Anziehungskraft des Planeten auf Sonne und Erde wissen, und der Unterschied von beyden ist eigentlich die Perturbation, welche bey der Aeußerung ihrer Wirkung zum Grunde gelegt wird, und ist dieser Unterschied = o so erleidet der Ort der Erde von dem Planeten keine Verrückung. Die Anziehungskraft der Sonne auf einen jeden der eilf Hauptplaneten ist gleich der Masse der Sonne = S dividirt durch das Quadrat des Abstandes derselben von dem Planeten, = r also $\frac{S}{r^2}$. Allein ein jeder Planet zieht hinwieder die Sonne mit einer Kraft an, die seiner (im Verhältniß der Sonne geringen) Masse = T, dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von der Sonne gleich, und daher ungemein viel schwächer ist; hiernach ist also das Resultat der perturbirenden Kraft der Sonne auf die Planeten = $\frac{S + T}{r^2}$

Wegen der, wiewol äußerst geringen Anziehung der Planeten, kann der Ort der Sonne in dem Brennpunct ihrer Bahnen nicht ganz unveränderlich seyn, sondern der Mittelpunct derselben muß daher eigentlich um ihren

und der Planeten gemeinsamen Schwerpunct eine kleine Ellipse beschreiben. Die daher entstehenden geringen Ungleichheiten des scheinbaren Sonnenlaufes, werden aber bey den astronomischen Rechnungen auf jeden Planeten geschoben und die Sonne als unbeweglich betrachtet. Hiedurch aber leidet das Resultat des Keplerschen Gesetzes, daß die Räume den Zeiten proportional sind, eine wiewol geringe Abänderung, die für einen jeden vorkommenden Fall zu bestimmen ist.

§. 611. Die vorhin gegebene Regel, daß die Masse des anziehenden größeren Planeten dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von dem angezogenen kleinern, die Wirkung seiner Anziehung in der Ortsveränderung des letzteren herausbringe, gilt nur, wenn der Zug in der Richtung des Radius vectors oder der zur Sonne gehenden Linie vor sich geht. Die Planeten ziehen sich aber die mehreste Zeit unter verschiedenen und veränderlichen Winkeln an, wobey die erfolgte Wirkung aus den beiderseitigen zusammengesetzten Anziehungskräften (deren jede für sich, ihrer Masse durch das Quadrat des Abstandes dividirt gleich ist) nach dem vorkommenden Winkel beurtheilt werden muß. Es werde nach Fig. 109. ein Planet D von zwey andern gegen B und C hinaus liegenden unter dem Winkel BDC zugleich angezogen. Die Länge der Linie DB drücke die Kraft aus, mit welcher der gegen B liegende und DC diejenige, mit welcher der gegen C liegende den Planeten D anzieht, so wird der letztere in eben der Zeit, da er von der einen oder andern Kraft besonders

getrieben nach B oder C würde hingekommen seyn, nun durch beyde vereinigte Kräfte DA oder die Diagonallinie des Parallelogramms DBAC beschreiben. Eben so wenn der Zug gegen b und c unter dem Winkel bDc mit Kräften, die die Längen der Linien Db und Dc anzeigen, ginge, so würde D inzwischen nach der Diagonale DA des Parallelogramms DcAb, und also gleichfalls in A anlangen. Dieser mechanische Grundsatz findet auch bei rechtwinklichten Parallelogrammen statt, wovon schon oben verschiedenes vorgekommen.

§. 612. Die 110te Figur stellt einigermaaßen die Wirkung der Anziehung der Erde vom Jupiter vor. Es sey in S die Sonne, Tc die Erd- und HI die Jupitersbahn. Beyde Planeten bewegen sich nach der Richtung wie die gezeichneten Pfeile zeigen. Man setze die Erde stehe in T und ♃ in I. Erstere bewege sich in einem sehr kleinen Zeittheil von T nach e (in der Figur ist diese Bewegung groß vorgestellt, damit die Linien aus einander fallen) zufolge der ursprünglichen oder Wurfbewegung nach der Tangente ihrer Bahn, als wenn sie von der Sonne nicht angezogen würde. In e hätte die Erde sich demnach um ec von ihrer Bahn entfernt, und ec drückt daher ihre Schwere gegen die Sonne und die Richtung, nach welcher sie von derselben angezogen wird, aus. Mittlerweile ziehe nun Jupiter die Erde nach der Richtung eI bis in d an sich, so wird, wenn man das Parallelogramm edca vollendet, worin die beyden Seiten ec und ed die anziehende Kraft der Sonne und des Jupiters auf die Erde ausdrücken, die Diagonallinie ea den Weg der

Erde durch die vereinigten Anziehungskräfte jener beyden Weltkörper vorstellen, und die Erde wird in a seyn, statt daß die bloße Anziehung der Sonne sie in c würde gebracht haben. Hier hätte demnach die anziehende Kraft des Jupiters die Entfernung der Erde von der Sonne vergrößert und ihre Bewegung beschleunigt. Da man aber die Masse des Jupiters = $\frac{1}{1000}$ der Masse der Sonne setzen kann, so wird, weil dieser Planet 5mal weiter von der Sonne wie die Erde steht, die Kraft, mit welcher derselbe die Erde anzieht, nach obiger Regel, nach der geraden Richtung, etwa $\frac{1}{25000}$ von der Kraft seyn, mit welcher die Sonne dieses verrichtet. Geht aber die Anziehung mehr seitwärts vor sich, wie in der Figur, so wird sie viel geringer, und würde z. B. bey dem Winkel von 60 Graden nur halb so groß seyn. Vermittelst des Verhältnisses dergleichen Anziehungskräfte der Planetenmassen gegen einander und der jedesmaligen Richtung, nach welcher sie wirken, berechnen die Astronomen, wie der wahre Lauf der Erde und folglich der scheinbare Ort der Sonne und Planeten am Himmel dadurch Veränderungen leidet *).

*) Der elliptische Gang der Erde wird besonders, wie die Astronomen schon seit verschiedenen Jahren bemerkt und in den Sonnentafeln mit in Rechnung gezogen, durch die Anziehung der Venus und des Jupiters, der ersteren wegen ihrer Nähe und des letzteren wegen seiner Größe, gestört. In v. Zach's u. de Lambre's neuesten Sonnentafeln ist auch noch die Störung, welche Mars hiebey veranlaßt, mit angesetzt. Diese vereinigten Perturbationen betragen gewöhnlich nur wenige Secunden, können auch 0 werden, aber doch zuweilen bis auf 30 und mehreren Secunden anwachsen. Nun haben 17 Sec. schon einen absoluten Werth von 1719 Mei-

§. 613. Die Ungleichheiten des **Mondlaufes**, die bey der Nähe dieses Weltkörpers sehr merklich werden, rühren daher, weil er während seines periodischen Umlaufs, besonders von der Sonne, auf eine veränderliche Art, sowol der Größe als Richtung nach, angezogen wird. Denn wenn er keine andere Centralkräfte hätte als diejenigen, welche ihn um die Erde führen, so würde er mit allen Planeten das gemeinschaftliche Gesetz bey seinem Umlauf befolgen, daß die zurückgelegten Räume der elliptischen Bahn im Verhältniß der Zeiten bleiben, so aber ist dies Gesetz nicht hinreichend, den scheinbaren Stand des Mondes am Himmel, auch nur mit einiger Genauigkeit, den Beobachtungen gemäß, darzustellen. Zudem ziehen Erde und Mond sich wechselseitig im Verhältniß ihrer Massen an, und die Summe dieser Massen durch das Quadrat des Abstandes dividirt, giebt im Quotienten **die Centralkraft**

---

len (§. 566 und 567.), und daher kann der elliptische Ort der Erde, dieser Anziehungskräfte wegen, um 3000 Meilen und mehr verändert werden. Hiernach behält der Umfang der Erdbahn keine völlig regelmäßige elliptische Krümmung, sondern weicht um etwas, bald an der Seite der Sonne, bald an der entgegengesetzten davon ab, und ihr elliptischer Ort fällt mehr ost- oder westwärts, als nach dem **Kepplerschen** Gesetz. Nichtsdestoweniger bringen diese geringen Ungleichheiten, da sie nach dem verschiedenen Stande der Planeten gegen die Erde, wiederkehren, oder sich oft aufheben, eben so wenig im Ganzen einen unordentlichen Lauf der Erde zuwege, als bey einem Schiffe statt findet, das über die vom Winde erregten Wellen des Oceans, nach manchen Schwankungen und Krümmungen doch der runden Kugelgestalt desselben folgt. Eben dies gilt von andern Planeten, die von größeren angezogen werden.

der Erde, nach welcher der Mond, ohne die Wirkungen der Sonne, um den gemeinsamen Schwerpunct eine elliptische Bewegung haben würde, wiewol die daher entstehende Veränderung wegen der geringen Masse des Mondes äußerst wenig auf sich hat. Die Anzahl jener Ungleichheiten aber wird noch dadurch vermehrt, daß der Mond in einer elliptischen um 5° gegen die Ebene der Erdbahn geneigten Bahn läuft, daß seine Apsiden- und Knotenlinien beständig und sehr merklich, oder während einem jeden periodischen Umlauf des Mondes ungleichförmig ihre Lage verändern, nemlich jene um etwa 3° östlich und diese $1\frac{1}{2}$° westlich (§. 483.), und daß er an der für sich schon ungleichen Bewegung der Erde Antheil nimmt, weswegen denn die Anziehungskraft der Sonne noch auf eine mannigfaltigere Art Abänderungen in ihren Wirkungen auf den Ort des Mondes im Weltraum, erleidet. Daher heißt auch die Untersuchung der verwickelten Bewegung des Mondes, die Aufgabe von drey Körpern, weil man dabey die jedesmalige gegenseitige Stellung der Erde, Sonne und des Mondes in Beobachtung ziehen muß. Die Größe aller durch diese Perturbationen verursachten Ungleichheiten des Mondlaufs für eine jede Zeit zu bestimmen, ist äußerst mühsam und weitläuftig. Die größten Geometer und Astronomen aber haben sich dieser Arbeit mit dem glücklichsten Erfolg unterzogen, nachdem Newton sie zuerst auf die Spur brachte, und das vermittelst einer gegründeten Theorie auszumachen gesucht, wozu auch die feinsten Beobachtungen nicht hinreichten. Vornemlich sind Clairaut, Euler, d'Alembert,

Mayer, de la Place, Bürg, Triesnecker, durch ihre geometrischen und analytischen Berechnungen der anziehenden Kräfte der Erde und Sonne, die bald wechselsweise, bald vereinigt auf den Lauf des Mondes wirken, berühmt geworden. Die dazu erforderlichen Mondbeobachtungen sind häufig von Flamsteed, Halley, Caßini, Bradley, de la Caille, Maskelyne und andern Astronomen angestellt. Ich kann von dieser schweren Mondstheorie hier nur im Allgemeinen etwas vorstellig machen.

§. 614. Es sey Fig. 111. T die Erde in irgend einem Punct ihrer Bahn p T o, und S die Sonne, LQNR die Mondbahn, hier nur kreisförmig und in der Ebene der Ecliptik liegend, vorgestellt, in welcher sich derselbe, wie die gezeichneten Pfeile zeigen, bewegt. In L ist der Mond im vollen und in N im neuen Lichte, in R ist das erste und in Q das letzte Viertel. LNS ist demnach die Linie der Syzygien. Nun kann der Mond seine elliptische Bahn nicht ungestört befolgen, wenn nicht alle die Wirkungen der Anziehung, welche die Erde treffen, auch auf ihn in paralleler Richtung, und eben so stark gerichtet sind, dergestalt, daß die Geschwindigkeit der Erde, zufolge der Tangente in T, nemlich TQ, derjenigen gleich ist, die der Geschwindigkeit des Mondes nach paralleler Richtung durch die nemliche Wirkung zu Theil wird. Nun wirkt aber die anziehende Kraft der Sonne nur im neuen und vollen Lichte nach LTNS, also mit der Erde in einer Linie auf den Mond; um die Zeit der Viertel aber in Q und R nach einer schrägen Richtung, und besonders in a und b, wo Linien

aus der Sonne zur Mondbahn Tangenten an derselben werden. Der Mond sey daher in m, so ist mS seine wahre Entfernung von der Sonne und mT seine Entfernung von der Erde, und es ist klar, daß hier der Mond mehr gegen die Sonne eine Schwere hat, oder von derselben stärker angezogen wird als die Erde, und zwar nach den vorhin beygebrachten Gründen in dem Verhältniß wie $ST^2 : SM^2$. Durch diesen Zug der Sonne muß also die Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert werden. Allein eben dies findet auch in der nemlichen Größe statt, wenn der Mond weiter von der Sonne wie die Erde, in dem Puncte i seiner Bahn unter einem gleichen Winkel mit der Syzygienlinie $iTL = mTN$ steht, denn um so viel hier die Schwere der Erde gegen die Sonne größer ist, um eben so viel wird die Wirkung der Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert, und daher muß sich in beyden Ständen der Mond von der Erde etwas entfernen.

§. 615. Man verlängere die Linie mS dergestalt, daß sich mo zu TS verhalte, wie die Schwere des Mondes gegen die Sonne, zur Schwere der Erde gegen die Sonne, also wie $ST^2 : Sm^2$. Aus o ziehe man ou parallel mit ST und mache $ou = ST$; ferner ziehe man mu und dann mw parallel mit TS, und mit derselben und ou gleich lang; endlich ow, so ergiebt sich das Parallelogramm uomw. Nun läßt sich mo in die beyden Kräfte mu und mw verwandeln. Da aber mw mit TS parallel läuft, so wirkt sie eben so wie diese gegen die Sonne, und verursacht daher keine Ungleichheit in dem Lauf des Mondes; hin-

gegen drückt m u die Größe aus, um welche der Mond mehr als die Erde gegen die Sonne schwer ist. Da aber die Erde 400mal weiter von der Sonne als vom Mond entfernt ist, so wird S o gegen S T sehr klein, demnach m u ihrer Parallellinie S T so äußerst nahe kommen, daß r u fast für nichts zu rechnen ist, folglich wird man ohne Fehler statt m u, m r, als den Unterschied der Schwere der Erde und des Mondes gegen die Sonne, im gegenwärtigen Fall ansehen können. Newton nennt solchen die perturbirende Kraft. Wird ferner der Radius vector T m nach d verlängert, und an m die Tangente m n gezogen, so läßt sich das Parallelogramm m n r d, worin m r die Diagonallinie ist, beschreiben, und die perturbirende Kraft m r wird abermal in zwey andere Kräfte m d und m n verwandelt; erstere zeigt die Größe an, um welche jene Kraft die Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert und ihn außerhalb seiner Bahn bringt, wird also die sogenannte Evectionsgleichung; letztere aber, wie viel sie die Geschwindigkeit des Mondes, der nach m R sich bewegt, zu vermindern vermögend ist, und daraus entsteht die Variationsgleichung. Wegen des ungleichen Abstandes der Erde von der Sonne zu verschiedenen Jahreszeiten, zeigt sich dann noch eine periodisch wiederkehrende, veränderliche Wirkung dieser Kräfte, oder die jährliche Gleichung des Mondes.

§. 616. Die durch m r bestimmte perturbirende Kraft muß in den Syzygien in N und L am größten seyn, und dort 2. T m also dem Durchmesser der Mondbahn gleich werden; in den Quadraturen Q und R

aber, wo sie nur T m gleich ist, wird sie am kleinsten; die durch m n vorgestellte Variationskraft hingegen ist die größte bey den Octanten des Mondes herum, nemlich etwa 45° vor und nach den Syzygien und Quadraturen, und wird im neuen und vollen Lichte 0. Endlich ist die Evectionskraft m d gleichfalls in den Syzygien am größten und wird dem Durchmesser der Mondbahn gleich; sie verschwindet aber, wenn der Mond einen Abstand von etwa 54° von der Syzygienlinie ost- und westwärts erreicht. Außer diesen von der Masse und der veränderlichen Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne herrührenden drey Hauptungleichheiten des Mondlaufes, ist noch die vierte und vornehmste, die von der elliptischen Bewegung des Mondes entstehende Mittelpunctsgleichung, vorhanden, und alle sind blos aus Beobachtungen bestimmt. Es ist schon im 481sten §. von ihrer Entstehung und Größe das Allgemeinste angezeigt, und zufolge dessen, was nun im vorigen und nach der 111ten Fig. bemerkt worden, wird ihre Wirkung deutlicher einleuchten. Die Evection bringt von den drey ersteren, die beträchtlichste hervor.

§. 617. Ich bemerke noch einiges von den verwickelten Folgen der Fortrückung der Apsiden- und Knotenlinie, und also der veränderlichen schrägen Lage der elliptischen Mondbahn, so wie ihrer und der Erdbahn Excentricität. Man bemerkt daher, daß der Mond mehr Zeit anwendet zu seiner Erdferne oder einem seiner Knoten wiederzukehren, wenn die Erde in der Sonnennähe, als wenn sie sich in der Sonnenferne befindet, und deswegen ist auch die mittlere Bewegung des Mon-

des durchs ganze Jahr nicht gleichförmig. In den Gegenden der Syzygien rückt die Apsidenlinie von Westen gegen Osten, in den der Vierteln aber in entgegengesetzter Richtung fort, und in beyden Fällen mit der größten Geschwindigkeit, wenn sie auf die Linien der Syzygien oder Vierteln selbst trifft. Der Bogen, um welchen sie nach verschiedenen Umläufen vorwärts gerückt ist, trägt aber allemal mehr aus als derjenige, um welchen sie in den nemlichen Perioden rückwärts gewichen, so daß sie ohngefähr nach 9 Jahren von Westen nach Osten herumkömmt. Die Excentricität der Mondbahn verändert sich beständig, und ist am größten, wenn die Apsidenlinie mit der Syzygienlinie; am kleinsten, wenn sie mit den Quadraturen zutrifft. Wenn die Knotenlinie durch die Sonne geht, stehen die Knoten der Mondbahn stille; gehen aber am geschwindesten zurück, wenn jene Linie senkrecht gegen den Abstand der Sonne liegt; auch ist ihr Rückgang desto stärker, je weiter der Mond davon entfernt ist. Vom Neu- oder Vollmond zum nächsten Viertel gehen sie zurück, und der Winkel der Mondbahn mit der Erdbahn wird grösser. Von der Quadratur zum folgenden Neu- oder Vollmond gehen die Knoten noch zurück, und jener Winkel nimmt ab. Er ist auch am größten, wenn die Knotenlinie durch die Quadraturen, am kleinsten, wenn sie durch die Syzygienlinie geht *).

§. 618.

*) Die Lehre von den Störungen oder den Wirkungen der Perturbationskräfte der Planeten, so wie die schwere und weitläuftige Theorie des Mondlaufes, hat unter andern Hr. Etats-

§. 618. Alle bisher erzählten Umstände und Ungleichheiten des Mondlaufs machten außer den vorhin erwähnten vier Hauptgleichungen, die unter andern schon Horroccius vor fast 180 Jahren sehr gut kannte, und bey der Berechnung anzuwenden wußte, bey den Mayerschen Mondtafeln noch neue Gleichungen oder Verbesserungen der mittlern Länge des Mondes, zufolge der Theorie der wechselseitigen anziehenden oder Perturbations-Kräfte, nothwendig, und L. Euler und T. Mayer hatten zuerst das Verdienst, solche für jeden Stand des Mondes nach jener Theorie bestimmt zu haben, so daß bey ihrer Anwendung dessen Länge, Breite, stündliche Bewegung, Parallaxe ꝛc. sich mit einer bis dahin unbekannten Genauigkeit berechnen ließen, wie sehr viele angestellte Vergleichungen dieser Tafeln mit den genauesten Beobachtungen gezeigt haben *). Unterdessen blieben noch immer kleine Abweichungen zurück, deren Ursachen noch nicht völlig bekannt waren. Mason verbesserte hernach abermals die

---

Etatsrath Schubert in Petersburg, sehr deutlich und musterhaft vorgetragen, im dritten Theil seiner schätzbaren theoretischen Astronomie, gr. 4to. Petersb. 1798., auf welches Werk besonders, ich meine Leser verweisen muß.

*) Mayer gab seine ersten Mondtafeln zu Göttingen im Jahr 1753 heraus, sie wichen niemals über 2 Min. von den Beobachtungen ab, statt daß der Fehler der damals genauesten Mondtafeln, nemlich der Halleyschen, zuweilen auf 7 bis 8 Min. ging. Nachher brachte Mayer bey seinen Tafeln noch verschiedne Verbesserungen an, er starb im Jahre 1762, und acht Jahre nach seinem Tode erschienen zu London die genauen Mondtafeln, die wir von diesem berühmten Astronom haben.

Mayerschen Mondtafeln, dem Attractionssystem so wie häufigen Beobachtungen gemäß, und fügte noch acht neue Gleichungen hinzu. Diese Tafeln sollen nie über 30 Sec. fehlen. Die Berechnung aller Umstände des Mondumlaufs nach denselben für eine gegebene Zeit ist aber daher noch weitläuftiger geworden, als sie es bey den Mayerschen Tafeln war *). Endlich hat vor Kurzem Herr de la Place entdeckt, daß die sogenannte Seculargleichung des Mondes, die man noch bey der mittlern Länge desselben anbringen muß (483.) gleichfalls ihren Grund in der allgemeinen Schwere hat, und von der Wirkung der Sonne auf den Mond mit der veränderlichen Excentricität der Erdbahn vereinigt, entsteht. Sie ist periodisch, und bey ihrer Anwendung werden unter andern die uralten, 720, 382 und 200 Jahr vor Christi Geburt zu Babylon und Alexandrien beobachteten Finsternisse sehr genau dargestellt **).

---

*) Die Masonschen oder verbesserten Mayerschen Mondtafeln erschienen zu Lond. im J. 1787. Sie stehen in dem 1sten Bande der 3ten Ausgabe der Astronomie des Herrn de la Lande und in der Connoissance des tems für 1790.

**) Die neuesten Bürgschen Mondtafeln von 1806 (§. 481.) ganz nach dem Perturbationssystem des Hrn. de la Place bearbeitet, erfordern noch eine ungleich weitläuftigere Berechnung als alle bisher bekannte. Um den wahren Ort des Mondes für eine gewisse Zeit zu erhalten, muß nach diesen Tafeln die mittlere Länge 26; die mittl. Breite 13; die Parallaxe 12; die stündliche Bewegung in der Länge 27; in der Breite 11mal verbessert werden. Und ob gleich alle Gleichungen, zur Erleichterung des Berechners positiv sind, so wäre doch eine Abkürzung dieser äußerst mühsamen Mond-Berechnungen sehr zu wünschen, die aber nun wol

Von der Masse, Dichtigkeit ꝛc. der Planeten.

§. 619.

Die Größe oder Ausdehnung eines Planeten ist mit seiner Masse nicht einerley, wie schon oben bemerkt worden, denn diese letztere ist eigentlich die Menge Materie in seiner Kugel, das Gewicht oder die eigenthümliche Schwere derselben mit welcher allein die Anziehungskraft im Verhältniß steht. Diese Masse aber hängt von der Dichtigkeit der körperlichen Materie ab, aus welcher der Planet zusammengesetzt ist, und diese Dichtigkeit ist bey unveränderter Masse um so viel größer, als die Größe des Planeten geringer ist; z. B. eine bleyerne Kugel von 12 Linien im Durchmesser wiegt mit einer goldenen von etwa 10 Linien, gleich schwer, hat also mit derselben eine gleiche Masse oder gleich viel Materie. Nun verhält sich aber die Größe von beyden wie $12^3 : 10^3$ oder wie 1728 : 1000, daher ist die letztere $\frac{1728}{1000} = 1{,}728$mal dichter als erstere. Die verschiedenen Massen der Planeten lassen sich aus den Gesetzen der Anziehung und der Größe ihrer Wirkungen herleiten, und man kann hiernach leicht auf ihre verhältnißmäßige Dichtigkeit schließen. Um dies einigermaaßen vorzustellen, legen die Astronomen gemeiniglich die Masse der Erde zum Grunde, weil deren Anziehung aus ihren Wirkungen, nemlich

---

nicht weiter statt finden kann. Die nach de la Place und Bürgs Gleichungen von Hrn. Oltmanns berechneten Mondtafeln stehen im IVten Suppl. Band zu den astronom. Jahrbüchern (§. 481.)

aus dem Fall der Körper in einer Secunde, der Länge der Secundenpendul rc. bekannt ist, und suchen hieraus die Regeln zur Vergleichung derselben mit den Massen der übrigen Planeten und der Sonne.

§. 620. Hierzu mag zuerst folgendes allgemeine Beyspiel dienen: Der erste Jupiterstrabant umläuft seine Bahn um den Jupiter in einem Abstande, der bis auf $\frac{1}{8}$tel dem Abstand des Mondes von der Erde gleich ist *). Gesetzt nun, dieser Mond des Jupiters vollendete seinen Lauf um den Jupiter, in diesem ohngefähr gleichen Abstande, in eben der Zeit, in welcher unser Mond den seinigen vollendet, so würde sich folgern lassen, daß die Anziehungs-Kraft, mit welcher Jupiter diesen Trabanten in seiner Bahn erhält, derjenigen gleich sey, mit welcher die Erde auf den Lauf des Mondes wirkt, und daß daher die Massen beyder Planeten einander gleich seyn müßten. Alsdann würde aber die Dichtigkeit der Erde 1474mal größer seyn als die Dichtigkeit des Jupiters, weil dieser Planet um so viel größer als die Erde gefunden worden. (§. 570.) Nun aber umläuft der erste Jupiterstrabant seine Bahn, die bey dieser beyläufigen Rechnung, als mit der Mondbahn gleich groß angenommen wird, in 42 Stunden und demnach fast 16mal geschwinder als unser Mond, dessen Umlaufszeit 655 Stunden ist.

§. 621. Die Kraft der Anziehung steht nun in gleichen Entfernungen mit den Quadraten der Geschwin-

*) Denn der Abstand des 1sten ♃ Mond vom ♃ beträgt etwa 58000 Meilen und unsers Mondes von der Erde im Mittel 51700 Meilen (§. 517. 543.)

digkeiten im Verhältnisse (§. 595.) und Jupiter muß aus diesem Grunde eine $16^2 = 256$mal größere Kraft anwenden, um den ersten Trabanten in seiner Bahn zu erhalten. Woraus sich folgern läßt, daß die Masse des Jupiters die Masse der Erde 256mal übertreffe, oder daß dieser Planet so vielmal mehr Materie als der Erdkörper enthalte. Gleichwol ist seine Kugel 1474mal größer als unsere Erde, ihre Dichtigkeit muß daher $\frac{1474}{256} = 5{,}76$mal geringer als die Dichtigkeit der Erdkugel seyn. Oder wenn man die Dichtigkeit der letztern = 1,00 setzt, so wäre hiernach die Dichtigkeit des Jupiters 0,17. Ohngefähr auf diese Art wurde der große Newton zu seinen tiefsinnigen Untersuchungen über die verhältnißmäßigen Massen und Dichtigkeiten der Sonnen- und Planetenkugeln geführt: Je weiter nemlich ein Trabant von seinem Hauptplaneten entfernt ist, und je geschwinder er seinen Umlauf um denselben vollendet, eine desto größere Kraft der Anziehung (Masse, eigenthümlichen Schwere) verräth sich an dem Hauptplaneten.

§. 622. Die allgemeine Regel, welche Newton hierüber gegeben und bewiesen, ist folgende: Die Massen oder die Menge Materie in allen Kugeln unserer Sonnenwelt, verhalten sich gegen einander, wie die Cubi ihrer Entfernungen, in welchen diese Kugeln um andere herumlaufen, und verkehrt, wie die Quadrate der Umlaufszeiten dieser herumlaufenden

Körper. Man darf also nur den Quotienten von den Würfeln der Entfernungen der letztern, umgekehrt durch den Quotienten der Quadraten der Umlaufszeiten dividiren, um das Verhältniß der Massen der beyden Weltkörper zu finden, um welche jene Kugeln laufen. Man sucht z. B. die Masse des Jupiters im Verhältniß der Masse der Sonne, (letztere = 1 gesetzt). Dieses wird sich nun nach voriger Regel aus dem bekannten Umlauf eines andern Planeten um die Sonne, und dessen Entfernung von derselben, imgleichen aus der Umlaufszeit eines der Jupiterstrabanten und dessen verhältnißmäßigen Abstand vom Jupiter leicht finden lassen. Es ist demnach z. B.

die Umlaufszeit der Venus 224 T. 17 St. od. 225 T.
 „ „ des 4ten Jupit. Trab. 16 T. 16 St. od. 17 T.

Die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne = 723 solcher Theile, deren der Halbmesser der Erdbahn 1000 hat. Nach Beobachtungen und Berechnungen, ist der scheinbare Abstand des 4ten Trabanten vom Jupiter in seiner mittlern Entfernung von der Sonne 8′ 16″ (§. 502.) Nun wird gesetzt: der Radius verhält sich zum Sinus von 8′ 16″ oder 100000 : 240 wie die Entfernung des ♃ von der ☉ in obigen Theilen 5201 zu 12,5 welches die wahre Entfernung des 4ten Trabanten vom Jupiter in solchen Theilen ist.

Und nun wird $\frac{12\frac{1}{2}^3}{723^3} : \frac{225^2}{17^2} = 1 : 0{,}000905$ oder $1 : \frac{1}{1105}$

Folglich wäre hiernach die Masse des Jupiters $\frac{1}{1105}$ von der Masse der Sonne,

§. 623. Es wird aber in der folgenden Tafel

§. 628. die Masse der Erde zum Maaßstabe angenom-
men oder = 1 gesetzt. Wenn man daher das Ver-
hältniß der Massen der Sonne und Erde sucht, so wird
dazu der periodische Umlauf des Mondes und sein Ab-
stand von uns; dann die Entfernung der Erde von der
Sonne und ihre Umlaufszeit als bekannt vorausgesetzt:

Die Dauer des Umlaufs des Mondes ist = 655 St.
" " " " der Erde = 8766 St.
Die Entfernung des Mondes von der Erde = 1
" " der Erde von der Sonne = 400

Demnach: $\frac{400^3}{1^3} : \frac{655^2}{8766^2} = 357000 : 1$ woraus folgt, daß
die Sonne ohngefähr 357000mal mehr Masse habe,
oder um so viel schwerer als die Erde sey *). Da
auch vorhin die Schwere des Jupiters = $\frac{1}{1105}$ von
der Schwere der Sonne herausgebracht ist, so ergiebt
sich, daß die Schwere der Erde von der Schwere des
Jupiters $\frac{357000}{1105}$ oder etwa 323mal übertroffen wird.
Hiernach verhält sich also die Dichtigkeit des Jupiters
zur Dichtigkeit der Erde wie 1474 zu 328 = 1 : 0,20.
In der vorigen Rechnung (§. 621.) wurde 256mal durch
einen beyläufigen Ueberschlag heraus gebracht. Uebri-

*) Da die Entfernungen im Verhältniß der Parallaxen stehen,
so muß der Quotient von dem Cubus der ☉ und Mond-
parallaxe mit dem Quotienten vom Quadrat der Umlaufszeit
der Erde und des Mondes mult. gleichfalls die Masse der
Erde im Verhältniß der Sonnenmasse, letztere = 1 gesetzt,
geben, also $\left(\frac{8\frac{1}{2}''}{57'\,0''}\right)^3 \cdot \left(\frac{365}{27}\right)^2 = 0{,}00000279 = \frac{1}{358000}$
beyläufig.

gens ist nach diesem Beyspiele die Methode hinlänglich zu erkennen, nach welcher sich die Massen der Planeten finden lassen *).

§. 624. Wenn man die also gefundenen Massen der Sonne und Planeten durch ihre Größe dividirt, so ergiebt sich die verhältnißmäßige Dichtigkeit derselben; z. B. die Sonne hat nach de la Place Berechnung, 329800mal mehr Masse als die Erde, (§. 628.) und ist 1448079mal größer (§. 570.) folglich ist die Dichtigkeit der Sonne $= \frac{329800}{1448079} = 0{,}23$ von der Dichtigkeit der Erde oder die Erdkugel ist etwa 4mal dichter als die Sonne. Eben so die Masse des Saturns durch seine Größe im Verhältniß der Größe der Erde dividirt, giebt, da in der Tafel (§. 628.) die Masse und Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt ist, wie sich beyder Planeten Dichtigkeiten gegen einander verhalten: $\frac{98{,}2}{1030} = 0{,}095$ oder die Erde ist 9 bis 10mal dichter als Saturn.

§. 625. Da die drey Planeten, Merkur, Venus und Mars keine Monde haben (wenigstens ist noch keiner bey denselben bekannt), so kann ihre Schwere und Dichtigkeit nicht auf ähnliche Art, wie vorhin vorgestellt ist, gefunden werden. Unterdessen

*) Es ist sehr begreiflich, daß dergleichen Art Rechnungen, da Quadrat und Cubikzahlen dabey vorkommen, merklich von einander abgehende Resultate geben müssen, so bald die zum Grunde gelegten Angaben nur in etwas von einander verschieden sind, oder nur beyläufig genommen worden, und hier war es außerdem genug, nur die Möglichkeit und die Gründe solcher Berechnungen gezeigt zu haben.

glaubten die Astronomen bemerkt zu haben, daß die Dichtigkeit der Erde, des Jupiters und Saturns beynahe mit der Quadratwurzel aus ihren mittlern Bewegungen im Verhältnisse stehe und mit der Annäherung der Planeten gegen die Sonne zunehme; welches aber nur sehr beyläufig zutrifft, und diese Regel ist ohnehin nach der Entdeckung des Uranus als völlig unrichtig befunden worden. De la Grange fand, daß die bekannten Dichtigkeiten der drey Planeten, Erde, Jupiter und Saturn noch eher mit den umgekehrten Entfernungen 95, 52 und 10 im Verhältniß stehen. Die für Merkur, Venus und Mars in der Tafel angesetzten Massen, sind daher zum Theil auf andern Wegen nur beyläufig gefunden *) und folglich, so wie die davon abhängenden Dichtigkeiten dieser Planeten, nach de la Lande, und die Fallgeschwindigkeiten auf denselben, erst mit weniger Zuverläßigkeit bekannt.

(§. 626.) Die Dichtigkeit und Masse des Mondes ist gleichfalls schwer zu bestimmen; man hat solche vornemlich aus der Größe der Wirkung seiner Anziehungskraft, welche er bey der Ebbe und Fluth äußert, imgleichen aus der durch ihn verursachten Schwankung der Erdaxe oder der sogenannten Nutation (davon nachher) herzuleiten gesucht. De la Lande fand aus vielen Meereshöhen bey der Ebbe und Fluth, daß die Anziehungskraft des Mondes 2,7mal die der Sonne übertrifft. Nun verringert sich diese Kraft wie der Cubus der zu-

*) Besonders hat man die Masse der Venus, aus ihrer Wirkung auf die veränderliche Neigung der Ecliptik herzuleiten gesucht.

nehmenden Entfernung, und da die Entfernungen im Verhältniß der Parallaxen stehen, so giebt $\left(\frac{8\frac{1}{2}''}{57'}\right)^3$. 2,7 die Masse des Mondes wie vorhin $\left(\frac{8\frac{1}{2}''}{57'}\right)^3$. $\left(\frac{365}{27}\right)^2$ die Masse der Erde (die Masse der $\odot = 1$) Folglich wird $\frac{1}{2,7} \cdot \left(\frac{365}{27}\right)^2 = 67$ anzeigen um wie vielmal die Masse der Erde, die des Mondes übertrifft. Und erstere = 1 gesetzt beträgt also die Masse des Mondes nur 0,015 der Erdmasse. (Die Nutation giebt die Masse des Mondes noch geringer) Diese Masse durch die Größe des Mondes $\frac{1}{50} = 0,02$ div. giebt seine Dichtigkeit, also $\frac{0,015}{0,02} = 0,75$.

§. 627. Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt ist, so ist es leicht, die Kraft der Schwere oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper in der Nähe seiner Oberfläche fallen, zu finden, denn diese Kraft steht nach **Newtons** Grundsätzen im **ordentlichen Verhältniß mit der Masse und im verkehrten mit dem Quadrat vom Halbmesser**; das heißt: sie nimmt einestheils mit der Masse zu oder ab, wird aber wieder nach dem Quadrat des Halbmessers vom Planeten oder der Sonne geringer, wenn dieser zunimmt, oder größer, wenn derselbe abnimmt. Wird die Geschwindigkeit des Falles der Körper in einer Secunde unterm Aequator der Erde = 15, 1 Fuß (§. 589. Anmerk.) mit der Masse eines jeden Planeten multiplicirt und das Product durch das Qua=

drat vom Halbmesser dividirt, so findet sich, wie weit in der Nähe seiner Oberfläche ein Körper in 1 Sec. herunter fällt, den Halbmesser und die Masse der Erde, welche letztere jene Fallgeschwindigkeit andeutet, = 1 gesetzt. Z. B. Jupiter hat nach der folgenden Tafel 309mal mehr Masse oder Anziehungskraft als die Erde und sein Halbmesser übertrifft den von der Erde 11,4mal (§. 570.) daher wird:

$$\frac{15,1 \, . \, 309}{11,4 \, . \, 11,4} = \frac{4666}{130} = 35,9 \text{ Fuß}$$

die Größe des Falles der Körper auf der Oberfläche des Jupiters in einer Secunde.

§. 628. Folgende Tafel zeigt nach de la Place und de la Lande Berechnung in der ersten Columne die Planeten, den Mond, die Erde und Sonne in der Ordnung, wie die Dichtigkeit dieser Körper abnimmt; in der zweiten und dritten ihre Dichtigkeit und Massen im Verhältniß der Erdkugel *); und in der vierten die Geschwindigkeit des Falles der Körper in der Nähe ihrer Oberfläche in einer Zeitsecunde; wobey aber nicht mit in Rechnung gebracht ist, was etwa die Centrifugalkraft auf der Oberfläche der Planeten bey ihrer Rotation, an dieser Geschwindigkeit verändern könne. Wenn man die Sonnenmasse durch die Massen der Planeten dividirt, so ergeben sich diese Massen in

*) S. Hrn. Prof. Wurm Abhandl. im astronom. Jahrbuch 1792. Seite 210. und folg. Ueber die Massen und Dichtigkeiten der Planeten.

Verhältniß der Sonnenmasse z. B. beym Monde wird $\frac{329800}{0,015} = 21986000$ anzeigen, daß die Mondkugel 21 Millionen und 986000mal weniger Masse habe als die Sonnenkugel.

	Dichtigkeit der Planeten.		Massen der Planeten.		Fall der Körper auf ihrer Oberfl. in einer Sec. Fuß.	
Merkur	2,	56	0,	16	15,	1
Venus	1,	03	0,	95	15,	2
Erde	1,	00	1,	00	15,	1
Mond	0,	75	0,	015	3,	1
Mars	0,	64	0,	10	5,	2
Sonne	0,	23	329800,		389	
Jupiter	0,	21	309,	1	35,	9
Uranus	0,	20	16,	9	13,	2
Saturn	0,	095	98,	2	14,	5

Die Massen der vier neuen Planeten, Ceres, Pallas, Juno und Vesta sind bis jetzt noch nicht bekannt, werden aber, da diese Weltkörper nur klein sind, geringe seyn; destomehr aber müssen sie von den größern Planeten, besonders vom Jupiter und Saturn beträchtliche Störungen ihres elliptischen Laufs erleiden, die auch schon vorläufig nach der Theorie berechnet, aber wegen der großen Neigungen ihrer Bahnen, nicht leicht genau gefunden werden können *).

*) Die Störungen der Pallas z. B. genau zu bestimmen, ist daher eine Preis-Aufgabe des Pariser National-Instituts geworden.

Von der Vorrückung der Nachtgleichen, Nutation der Erdaxe, Abnahme der Schiefe der Ecliptik, und noch einigen andern Erscheinungen, die von der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft hergeleitet werden können.

§. 629.

De la Lande *) bringt in seiner Astronomie dritte Ausgabe im dritten Bande Seite 408 und 409. funfzehn Erscheinungen bey, wovon eine jede für sich schon die überall im Weltraum und auf einzeln Weltkörpern vorhandene Kraft der Anziehung beweisen könnte. Außer denen, welche davon bereits im vorigen vorgekommen und im allgemeinen erläutert worden, sind noch vornemlich folgende zu merken:

Das beständige und jährliche Zurückgehen der Aequinoctialpuncte von 50″, 25 (§. 218.) nach Westen (welches die Vorrückung der Nachtgleichen zur Folge hat), oder die Bewegung der Pole des Aequators um die Pole der Ecliptik. Der Vorgang dieser Sache ist nach dem Copernikanischen System eigentlich dieser: Zufolge der 71sten Fig. behält die Axe der Erde sN bey dem ganzen Umlauf der Erde um die Sonne beständig unter sich eine parallele Lage (§. 403), und ihre Neigung gegen die Ebene der Erdbahn ist 66½°. Die Nordseite derselben bleibt allemal gegen

*) Dieser berühmte Astronom starb zu Paris den 4ten April 1807 im 79sten Jahre seines Alters.

0° ♋ und 66½ ° nördlicher, und die Südseite gegen 0° ♑ und 66½ ° südlicher Breite gerichtet, wo die Pole des Aequators oder die Weltpole am Firmament liegen. Die jedesmal auf der Ebene der Erdbahn senkrecht stehende und durch den Mittelpunct der Erde gehende Linie dh ist gleichsam die Axe der Erdbahn oder der Ecliptik, und führt überall wegen der unermeßlichen Entfernung des Firmaments zu den Polen der Ecliptik oder dem 90sten Grad der Breite. Mit dieser sich gleichfalls auf dem ganzen Wege um die Sonne parallel bleibenden Linie hd macht die Erdaxe sN beständig einen Winkel von 23½ °. Denkt man sich ferner eine durch den Durchschnittspunct dieser beyden Axen sN und hd oder den Mittelpunct der Erde gehende und auf beyden senkrecht oder unter einem rechten Winkel stehende Linie, so liegt diese in der Ebene der Ecliptik, geht nach 0° ♈ und 0° ♎ am Firmament hinaus und ist die Aequinoctiallinie oder Durchschnitts (Knoten) Linie der Ecliptik und des Aequators. Nun läuft die Erde nach der Richtung, wie die gezeichneten Pfeile zeigen, in ihrer Bahn fort, aber jene Aequinoctiallinie bleibt indeß unter sich nicht ganz genau in einer parallelen Lage, denn nachdem die Erdkugel ihre Laufbahn oder 360° vollendet, sehen wir die Aequinoctiallinie um 50″, 25 zurück oder gegen die rechte Hand hin, also westwärts gewichen; es hat sich also indeß die Erdaxe sN um hd unter ihrer unveränderlichen Neigung von 23½ ° gegen hd, um 50″, 25 im Bogen des Kreises, den sN um hd am Firmament beschreibt, gegen Westen verrückt. Folglich bleibt,

/

genau betrachtet, die Erdaxe sich nicht vollkommen parallel, sondern dreht sich nach einem jeden Umlauf der Erde um den vorigen kleinen Winkel um h d westwärts, und daher erscheint die Aequinoctiallinie um eben so viel gleichfalls dahin. Wenn also die Erdaxe um h d während der großen Platonischen Periode von 25788 Jahren, (§. 219.) eine ganze Umdrehung gemacht haben wird, so haben die in jener Linie liegenden Puncte 0° ♈ und 0° ♎ mit derselben rückwärts oder von Osten gegen Westen den ganzen Kreis der Ecliptik scheinbar vollendet. Oder die Erde sey nach Figur 69. am 21sten December im ♋, so ist ♎ ♈ die Aequinoctiallinie, und die Ebene der Erdaxe ♋ S geht durch die Sonne. Nachdem nun die Erde durch ♌, ♍, ♎ ♏ u. s. w. ihren Lauf hält und nach Vollendung ihrer Bahn wieder im ♋ anlangt, ist jene Linie durch die westliche Verrückung der Ebene der Erdaxe von 50″, 25 aus ♋ S nach ♋ p um eben so viel aus ihrer parallelen Lage gewichen, und liegt nun nach n m. Das Solstitium im ♋ muß also früher einfallen, indem schon vor dem Punct ♋ oder vor der Zurücklegung von 360° ♋ p wieder durch die Sonne geht.

§. 630. An eine Erklärung der physischen Ursache dieser äußerst langsamen Zurückweichung der Aequinoctiallinie nach Westen, eigentlich aber der kreisförmigen Umdrehung der Erdaxe um die zum Pol der Ecliptik gehende Axe ihrer Bahn, hatte vor Newtons Zeiten sich niemand gewagt, und dieser berühmte Mann selbst lösete dies schwere Problem nicht vollkommen auf, welches erst den neuern Geometern d'Alembert, Eu-

ler, Simpson, de la Place und andern glückte. Jetzt ist man völlig überzeugt, daß diese jährliche geringe Winkelverrückung der Erdaxe eine Wirkung der anziehenden Kraft ist, welche die Sonne und besonders der Mond auf die sphäroidische Gestalt der Erdkugel äußert. Man hat zufolge der Kenntniß dieser Gestalt, der Lage und Richtung der Erdaxe im Sonnensystem, der Theorie der Gesetze jener Kraft und den verhältnißmäßigen Massen dieser Weltkörper die Größe ihres gemeinschaftlichen Einflusses nach den Regeln der höhern Geometrie und der Analysis berechnet, und das Resultat mit der Erfahrung zusammenstimmend gefunden. Ich kann aber diese verwickelten Rechnungen und ihre Gründe nicht beybringen, und daher muß ich hier diese Materie nur im Allgemeinen abhandeln.

§. 631. Gedenkt man sich die um den Aequator der Erde a e Fig. 71. bey ihrer Applattung angehäuften größern Erdmassen als einen Ring oder viele kleine Monde, die mit der Erdoberfläche sich in 23 Stunden 56 Minuten um ihren Mittelpunct bewegen, so müssen diese wegen ihrer Nähe eine weit größere Schwere gegen diesen Mittelpunct haben, als gegen den wahren Mond und gegen die 400mal entferntere Sonne. Beyde Himmelskörper werden unterdessen gegen diese größere Menge Materie um den Aequator, die mit der Ebene der Erdbahn beständig einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad macht, erstlich eine stärkere Anziehungskraft äußern, als gegen die übrigen Theile des Erdkörpers, und zweytens muß die Wirkung dieser Kraft veränderlich seyn,

weil

weil der größte Durchschnitt der mehrern Erdmasse (des Aequators) beym Lauf der Erde um die Sonne, oder beym Lauf des Mondes um die Erde eine verschiedentliche Lage gegen diese Himmelskörper erhält. Oder stellt man sich eine Ebene senkrecht auf der Erdbahn durch die Mittelpuncte der Erde und Sonne oder der Erde und des Mondes gelegt vor, so wird solche nur, wenn die Erde aus der Sonne oder dem Mond betrachtet im ♋ und ♑ erscheint, mit der Erdaxe zusammenfallen, und zu beyden Seiten ähnliche und gleiche Hälften des sphäroidischen Erdkörpers in einer gleichen Lage haben. Nun theilt zwar in allen übrigen Gegenden der Erdbahn jene Ebene die Erde in zwey gleiche Hälften, allein diese Hälften haben gegen dieselbe nicht ähnliche Lagen. Die anziehende Kraft des Mondes oder der Sonne, kann also nicht gleichförmig auf die Theile der Erdmassen an beyden Seiten dieser Ebene wirken, sie werden also verschiedentlich angezogen, an der rechten oder östlichen Seite (von der Sonne oder dem Mond aus betrachtet) mehr als an der linken, vielleicht deshalb, weil die Erde sich aus beyden Himmelskörpern betrachtet, gegen die linke Hand hin bewegt, folglich leidet die Lage der Erdaxe gegen die Axe ihrer Bahn, am Mittelpunct der Erde rechts herum eine Veränderung, und die Aequinoctiallinie weicht daher am Himmel nach Westen zurück.

§. 632. Die Wirkung der Anziehungskraft der Sonne bey dieser Zurückweichung muß beständig gleichförmig seyn, weil die Erde um die Sonne jährlich die nemliche Bahn beschreibt; sie beträgt nach der Berech-

nung 14″; allein die Wirkung des Mondes, die zugleich weit beträchtlicher ist, und 36″ gerechnet wird, zeigt sich ungleich, weil die Bahn des Mondes schräge gegen die Erdbahn liegt, und weil sich deren Lage, vermöge der Verrückung ihrer Knotenlinie, beständig ändert, und erst nach einer Periode von fast 18 Jahren wieder eine gleiche Stellung gegen den Aequator erhält (§. 483). Durch die gemeinschaftliche Wirkung der Sonne und des Mondes ist also schon die jährliche Zurückweichung der Aequinoctialpuncte nicht mehr gleich groß. Da nun die neuern Astronomen zu mehrerer Genauigkeit auch noch die Anziehungskräfte der Planeten hiebey mit in Rechnung bringen, so hat sich eine abermalige Ungleichheit gezeigt. De la Place hat erst neulich gefunden, daß die jährliche Abnahme der Schiefe der Ecliptik und die Wirkung der Planeten auf dieselbe, diese Puncte jährlich um 0″, 13 ost- oder vorwärts bringt. Da nun die mittlere jährliche Zurückweichung nach de la Lande neuesten Untersuchungen in unserm Jahrhundert 50″, 15 beträgt (§. 218.), so muß die von der vereinigten Wirkung der Sonne und des Mondes entstehende mittlere eigentlich 50″, 28 seyn, damit, wenn man jenes Vorwärtsgehen 0″, 13 abrechnet, noch die beobachteten (§. 218.) 50″, 15 übrig bleiben.

§. 633. Da es nun bey den Astronomen völlig ausgemacht ist, daß die vereinigte Wirkung der Anziehung der Sonne und des Mondes auf die sphäroidische Erdkugel dies jährliche Zurückweichen der Aequinoctiallinie und der Erdaxe zuwege bringt: so kann man wol mit eben dem Rechte annehmen, daß auch der

beständige Parallelismus der Erdaxe seinen zureichenden Grund haben muß, und dieser gleichfalls in der mächtigen Sonnenwirkung zu suchen sey. Da nemlich, aus der Sonne betrachtet, die Axe der Erde sich jährlich einmal von der linken gegen die rechte Hand um die Axe der Erdbahn unter dem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ dreht, wie aus der 71sten Figur sich deutlich abnehmen läßt, welches die wohlthätige Abwechselung der Jahreszeiten zur Folge hat, so ergiebt sich sehr natürlich, wie auch schon Copernikus sich vorgestellt zu haben scheint *), daß die Sonne selbst diese jährliche Drehung der Erdaxe bewirken müsse. Demnach beträgt, unseren neuern Erfahrungen gemäß, ihr und des Mondes, vermittelst der anziehenden Kraft, gemeinschaftlicher Einfluß auf die sphäroidische Gestalt der Erde wegen, diese periodische Drehung von 360° um so viel mehr als die nach der nemlichen Richtung gehende jährliche Zurückweichung der Aequinoctialpuncte beobachtet wird, also $360° \ 0' \ 50'',15$ **).

---

*) Da er der Erde eine dreyfache Bewegung beylegt, s. de Revolutionibus orbium Coelestium, Lib. I. Cap. XI.

**) Die gewöhnliche Voraussetzung in Betreff des Parallelismus der Erdaxe, daß selbige nur eine gleich anfangs angenommene Stellung derselben sey, und daß sowohl die 24stündige Umwälzung der Erde, als ihr jährlicher Fortlauf um die Sonne, damit in keine Verbindung stehe, scheint mir keinen zureichenden Grund zu haben. Auch ist die Vergleichung, daß unter andern die Magnetnadel einer Boußole, beständig nach Norden zeigt, wenn man sie auch in einem Kreis herumführt, nicht passend, da die Nadel blos von der magnetischen Kraft dorthin gezogen wird, und im Mittelpunct des Kreises nichts auf dieselbe eine Wirkung hat, statt

§. 634. **Die Nutation oder das Wanken der Erdaxe** ist gleichfalls eine Wirkung der anziehenden Kraft des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde. Sie hat mit der Wiederkehr der Mondbahn zu der nemlichen Lage gegen den Erdäquator eine gleiche Periode von 18 Jahren *), denn wenn z. B. der ☊ des Mondes in 0° ♈ fällt, so hat der Mond im 0° ♋ seine größte nördliche Breite und zugleich eine größere Abweichung von 5° als dort die Sonne; wenn hingegen nach 9 Jahren der ☋ im 0° ♈ liegt, so wird die größte Breite des ☾ im 0° ♋ 5° südlich, und seine Abweichung ist um so viel geringer als dort die Abweichung der Sonne. Demnach verändert sich der Winkel der Mondbahn mit dem Aequator in 9 Jahren um 2. 5 = 10°, oder der Mond nähert sich um so viel, bald mehr bald weniger als die Sonne den Polen der Erde, und zieht im erstern Fall den Nordpol um 9 Secunden nach Norden, im andern nach Süden, daher zieht sich dort der Aequator um eben so viel nach Süden und hier nach Norden. Hieraus entsteht nicht allein die vorhin bemerkte Ungleichheit in der jährlichen Wirkung des Mondes bey dem Zurückweichen der Aequinoctialpuncte in verschiedenen Jahren, sondern zugleich ein Wanken der Erdaxe oder eine periodische größere Annäherung oder Entfernung des Aequators gegen die

---

daß im Mittelpunct der Erdbahn die Masse der großen Sonnenkugel eine mächtige Anziehung auf den Erdball äußert, und selbigen sogar jährlich im Kreise um sich lenkt, also auch sehr leicht indeß jene einmalige Drehung ihrer Axe zuwege bringen kann.

*) Diese Periode ist genauer 18 Jahre 7½ Monat (§. 483).

Ecliptik und von derselben. Die Abweichung der Sterne muß sich folglich hiernach ändern, indem der Aequator eine nördlichere oder südlichere Lage erhält. Bradley kam zuerst im Jahr 1727 auf die Gedanken, daß eine solche Nutation der Erdaxe statt finden müsse. Er fand bis 1736, daß die jährliche Veränderung der Abweichung derjenigen Sterne, die dem Colur des Frühlings-Aequinoctiums nahe stehen, größer war als die bloße jährliche Zurückweichung der Aequinoctialpuncte von 50″,15 westlich, zuwege bringen konnte, und daß die beym Colur des Herbst-Aequinoctiums herum stehenden ihre Abweichung gerade um so viel nach Süden als jene nach Norden veränderten. Die dem Colur der Solstitien benachbarte Sterne gaben andere Resultate. Von 1727 bis 1736 war der ☊ des Mondes von 0° ♈ bis 0° ♎, also um 180° zurückgewichen, und die Veränderung der Abweichung der Sterne zeigte sich um 18 Secunden verschieden von derjenigen, die jene Zurückweichung allein verursacht haben würde, wodurch ein Wanken der Erdaxe, das auf 9″ nördlich und südlich, also höchstens auf 18 Secunden geht, sich deutlich ergab.

§. 635. Um diese Nutation und ihre Veränderung in der Abweichung und dem Zurückgehen der Aequinoctialpuncte zu erklären, muß man sich vorstellen, daß die Pole oder die wahre Axe der Erde um den mittlern Weltpol am Firmament, während des ganzen 18jährigen Umlaufs der Mondknoten von Osten nach Westen, einen kleinen Kreis in rückwärts gehender Bewegung beschreiben, dessen Halbmesser 9 Secunden beträgt. Es

sey Fig. I. Taf. XIX. E der Pol der Ecliptik und P der Weltpol, beyde um $23\frac{1}{2}$ ° von einander; ♈ P ♎ ist der Colur der Nachtgleiche und ♋ P ♑ der Colur der Sonnenwende; a b c d ist ein kleiner Kreis von 9 Secunden im Halbmesser, in welchem der wahre (oder am Himmel erscheinende) Pol, wohin die Erdaxe gerichtet ist, um den mittlern (ohne Nutation statt findenden) P rückwärts, wie die Mondknoten gehen, von a durch b c d *) in 18 Jahren herumkömmt. Da nun die größte Breite des Mondes allemal 90° von seinen Knoten statt findet, so ist auch der wahre Pol auf diesem kleinen Kreis um 90° in der wahren Aufsteigung östlicher, als der Ort des ☊ in der Ecliptik. Ist demnach z. B. der ☊ im 0° ♈, so steht der Pol in a; kömmt jener nach 4 Jahren 6 Monaten rückwärts zum 0° ♑, so ist der Pol in b; und so erscheint derselbe in c und d, wenn der ☊ durch 0° ♎ und 0° ♋ geht. Steht der Pol des Aequators in a, so ist er vom Pol der Ecliptik E um 18″ weiter entfernt, als wenn er nach 9 Jahren in c anlangt. Der Aequator muß also im erstern Fall um 18″ von der Ecliptik (die hiebey als unveränderlich betrachtet wird) weiter nach Süden liegen als im letztern, und die scheinbare Schiefe der Ecliptik wird um so viel verändert; ist aber der Pol in b und d auf dem Colur der Nachtgleichen, oder der ☊ des Mondes im ♑ und ♋, so haben beyde Pole E und P, folglich auch die Ecliptik und der Aequator ihre gewöhn-

*) Die Figur ist gezeichnet, wie die Puncte ♑ ♎ ♋ ♈ rückwärts an der Himmelskugel auf einander folgen.

liche Entfernung $23\frac{1}{2}$° von einander, da E b und E d = E P wird *); folglich wird die Schiefe der Ecliptik alsdann nicht verändert, hingegen wird sie durch die Senkung des Aequators nach Süden um 9″ größer, wenn der ☊ im ♈ liegt, und um eben so viel geringer, wenn der Aequator beym Ort des ☊ in ♎ nach Norden sich hebt. Steht der Pol in S, so ist der Bogen a S die Entfernung des ☊ von 0° ♈ westwärts, und davon das Complement zu 360° dessen Länge; E S = E r wird alsdann die beobachtete scheinbare Schiefe der Ecliptik, und die Nutation ist = P r = Cos. a P S . 9″, oder 9″ multiplicirt mit dem Cos. der Länge des ☊ giebt die Nutation in S, nemlich um wie viel in diesem Fall die mittlere oder gleichförmige Schiefe vergrößert wird. Die Nutation verändert gleichfalls die Länge, Abweichung und gerade Aufsteigung der Sterne, und nur ihre Breite oder ihre Entfernung vom Pol der Ecliptik leidet dabey keine Veränderung, weil die Lage der Ecliptik in der Theorie der Nutation als unveränderlich betrachtet wird.

§. 636. Es sey in T ein Stern, so ist T E dessen Abstand vom Pol der Ecliptik = dem Complement seiner Breite, der durch die Bewegung des Weltpols um P nicht verändert wird. Wenn nun solche nicht statt fände, so wäre T P sein Abstand vom Weltpol = dem Complement der Abweichung, P E T seine mittlere Länge vom 0° ♋ an ostwärts gerechnet; endlich E P T seine mittlere gerade Aufsteigung vom Colur P E an west-

*) Weil P b = P d nur 9″ beträgt.

wärts gerechnet. Nun erscheine aber wegen der Nutation, der wahre Weltpol in S, so wird E S der Colur der Sonnenwende, S u der Colur der Nachtgleichen, S E T die scheinbare Länge des Sterns T vom Colur E S an gerechnet, welche von der mittlern um den Winkel P E S verschieden ist. Dieser Winkel ist nun die durch die Nutation verursachte Verrückung des Aequinoctialpuncts oder der Länge des Sterns T, deren Größe vom Abstand des Pols von a oder des ☊ vom 0° ♈ abhängt. Die Nutation in der Länge ist allemal gleich dem Product von 9″ durch den Sinus der Länge des ☊, dividirt durch den Sinus der Schiefe der Ecliptik *). Sie muß gleichfalls bey Berechnung der Planeten angewandt werden, wenn man deren scheinbare Länge sucht. Ferner ist bey dem Ort des Pols in S, T S das Complement der scheinbaren Abweichung des Sterns T, und wenn man von S auf P T das Perpendicul S o fällt, so ist P o die Größe der Veränderung, die hier die Nutation bey der Abweichung bewirkt. Die Nutation in der Abweichung ist gleich 9″, mult. mit dem Sinus der geraden Aufst. des Sterns, — der Länge des ☊ **). Endlich ist nun E S T die scheinbare gerade Aufst.

---

*) Oder da $\frac{9''}{\text{Sin. } 23\frac{1}{2}°} = 22''$ ist, so ist die Nutation der Länge auch $= 22''$. Sin. der Länge des ☊. Sie wird in den 6 ersten Zeichen der Länge ☊ ☾ zum scheinbaren Ort add., in den 6 letzten davon subt., um den wahren zu haben.

**) Sie wird zu den mittlern nördlichen Abweichungen, bey nördlichen Sternen, in den ersten 6 Zeichen jener Differenz, addirt.

vom Colur SE an westwärts gerechnet, da vorhin die mittlere EPT war. Hiebey hat die Nutation eine doppelte Veränderung verursacht: die erste ist die Verwandelung des vorigen Winkels, welche aber von dem Ort des Sterns und des Pols S abhängt, und allen Sternen gemein ist, indem dadurch der Aequinoctialpunct selbst, von welchem man die geraden Aufsteigungen rechnet, verschoben wird. Die zweyte ist die von der veränderten Lage des Colurs der Sonnenwende ES entstandene Neigung des Colurs der Nachtgleichen Su in S (denn beyde müssen sich in S unter rechte Winkel durchschneiden), woraus dann eine Neigung des scheinbaren Aequators gegen den mittlern entspringt. Die erstere Veränderung der Nutation in der geraden Aufsteigung ist gleich 9″ multiplicirt mit der Cotangente der Schiefe der Ecliptik und dem Sinus der Länge des ☊, und die zweyte: 9″ mult. mit dem Cosinus der geraden Aufsteigung des Sterns weniger der Länge des ☊ *). Endlich wird durch die Nutation auch der wahre Positionswinkel (§. 201.) PTE in den scheinbaren STE und damit um STP verändert. Diese Veränderung ist gleich 9″ mult. mit dem Cosinus des Unterschiedes der geraden Aufsteigung des Sterns und der Länge des ☊, und dividirt durch den Cosinus der Abweichung **).

*) Diese wird für einen nördlichen Stern in den drey ersten Zeichen jener Differenz subtrahirt.

**) Schon Bradley bemerkte, daß die vorausgesetzte Kreisbewegung des Weltpols um P nicht mit den genauesten Beo-

Doch alle diese Vorschriften bey der Voraussetzung, daß die periodische Fortrückung des wahren Pols um den mittlern kreisförmig sey.

§. 637. Die seit Hypparchs Zeiten beobachtete Abnahme der Schiefe der Ecliptik ist nach Eulers, de la Grange und de la Place Erklärung gleichfalls eine Folge der anziehenden Kraft der Planeten auf den Lauf der Erde. Wenn zwey Planeten um einen gleichen Mittelpunct nach einer gleichen Gegend aber in verschiedenen Ebenen sich bewegen, so entsteht daraus, zufolge der anziehenden Kräfte, ein Zurückweichen der Knotenlinie längs der Bahn eines jeden. So z. B. rückt durch diese Wirkung eines Planeten die Aequinoctiallinie (§. 629.) (die für die Erdbahn gleichsam eine Knotenlinie ist) auf der Bahn desselben in einer gewissen Reihe Jahre um einige Secunden gegen Westen, verändert also um so viel die Vorrückung der Nachtgleichen und die Stellung der Ecliptik. Ueberdem nimmt aber auch dabey die Schiefe der Ecliptik um eine größere Anzahl Secunden in eben dem Zeitraum

---

bachtungen stimme, sondern, daß diese periodische Fortrükkung in einer Ellipse geschehen müsse, welche 16″ von b nach d und 18″ von c nach a im Durchmesser habe. Maskelyne hat in der Folge bewiesen, daß die kleinste Axe dieser Ellipse sich zur größten wie 14″, 2 : 19″, 1 verhalte, und dies Verhältniß legt man jetzt bey den genauesten Berechnungen der Nutation zum Grunde. Lamberts Nutationstafeln stehen in den Ephemeriden f. 1776. und in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln 3ten Bandes. Im astronomischen Jahrbuche für 1809. S. 177. kommen auch sehr bequem eingerichtete Nutationstafeln, nach den genauesten Formeln von Hr. Oltmanns berechnet, vor.

ab. Durch diese Verrückung der Ecliptik und Abnahme ihrer Schiefe, welche eigentlich eine Bewegung ihrer Pole um die Pole der Planetenbahnen *) veranlaßt, muß gleichfalls die Länge und auch sogar die Breite der Sterne (welche letztere bisher als unveränderlich betrachtet worden) sich nach einer langen Zeit etwas ändern, wie leicht einzusehen ist. Diese Bewegung der Pole mult. mit dem Sinus der Neigung der Planetenbahn, dem Sinus der Entfernung eines Sterns vom ☊ des Planeten in der Länge, und der Tangente der Breite des Sterns, giebt die Veränderung des Sterns in der Länge; und jene Bewegung mult. mit dem Sinus der Neigung und dem Cosinus der Entfernung vom ☊, die Veränderung desselben in der Breite. Man hat z. B. die Secularfortrückung der Pole der Ecliptik um die Pole der Jupitersbahn 6″,98 und um die der Venus 5″ gefunden, welche die beträchtlichsten sind. In Ansehung der Breite muß z. B. bey Sternen, die in der Gegend des 0° ♋ stehen, die südliche sich vermindern und die nördliche sich vergrößern, indem die Ecliptik dort sich dem Aequator nähert, und diese Veränderung der Breite bemerkte Tycho zuerst sehr deutlich, als er seine Beobachtungen mit den Hypparchischen verglich.

§. 638. Folgende Tafel zeigt die von verschiedenen Astronomen beobachtete Schiefe der Ecliptik seit 2050 Jahren.

*) Da der Unterschied der Neigungen der Bahnen der ältern und größern Planeten, ♄, ♃, ♂, ♀ und ☿ nur geringe

Jahre.		Beobachter.	Schiefe der Ecliptik.		
			G.	M.	S.
v. C. G.	250	Hypparchus	23	51	20
n. C. G.	130	Ptolemäus	23	50	22
	891	Albategnius	23	35	31
	1280	Co-cheou-King	23	32	50
	1430	Ulug-Beg	23	31	49
	1590	Tycho	23	29	47
	1661	Hevel	23	29	0
	1694	Flamsteed	23	28	46,9
	1750	De la Caille u. Bradley	23	28	19
	1756	T. Mayer	23	28	16,0
	1769	Maskelyne	23	28	9,7
	1784	Bugge	23	28	1,5
	1786	La Lande	23	28	0
	1802	Mechain	23	27	56

Aus der ersten und letzten hier angesetzten Beobachtung würde die Abnahme der Schiefe in 2052 Jahren 23′ 24″ oder in 100 Jahren 68 Secunden folgen; allein vergleicht man neuere und folglich weit genauere Beobachtungen mit einander, so findet sich eine geringere Abnahme. Mayer setzte solche in 100 Jahren auf 46 Secunden und la Lande auf 50 Sec., welches letztere

ist, so liegen auch ihre Pole in einem kleinen Raum an der Himmelskugel beysammen und sämmtlich vom Pol der Erdbahn (der Ecliptik) nach dem ♈ hin. Der Mittelpunct dieses Raums an der Nordseite der Erdbahn, fällt etwa unterm 335sten Grad der Länge (5° ♓) und 87½° der Breite.

Resultat derselbe mit dem Attractionssystem zustimmend fand. Die vereinigte Wirkung von ♄, ♃, ♂, ♀ und ☿ bringt nach de la Grange tiefsinnigen Berechnungen im gegenwärtigen Jahrhundert eine Secularabnahme der Schiefe der Ecliptik hervor, wobey sich die Breiten der nordwärts von der Ecliptik stehenden Sternen in dieser Zwischenzeit um + 50″, 0. Sin. der Länge + 8″, 0. Cosinus derselben ändern. Die einzelne Wirkung eines jeden Planeten ist, zufolge der Masse und Neigung seiner Bahn, hiebey folgendermaßen berechnet worden:

Saturn	1″, 39.	Sin. der Länge des Sterns	— 0″, 53.	Cos. der Länge
Jupiter	15″, 86	— — — —	— 2″, 11	— —
Mars	1″, 03	— — — —	+ 0″, 95	— —
Venus	30″, 88	— — — —	+ 8″, 87	— —
Merkur	0″, 84	— — — —	+ 0″, 85	— —
in Sum.	+ 50″, 00.	Sin. der Länge	+ 8″, 03.	Cos. der Länge *)

Die Länge eines Sterns wird indeß bloß hierdurch um (— 50″, 0 Cos. der Länge + 8″, 0 Sin. der Länge). Tangente der Breite, verändert. Wird nun dies Resultat von der Secularvorrückung der Nachtgleichen subtrahirt, so ergiebt sich die Secularbewegung des Sterns in der Länge **).

*) Wenn die Sinusse negativ sind (§. 25.) ändern sich die Zeichen.

**) De la Lande hält aber unterdessen eine Secularabnahme der mittlern Schiefe der Ecliptik von 36″ nach seinen neuesten Untersuchungen für die wahrscheinlichste, Piazzi bringt nach seinen Beobachtungen 44″, 3 heraus, woraus sich ergiebt, daß dies schwer zu bestimmende Element noch nicht völlig bey den Astronomen festgesetzt ist.

§. 639. Die bisher betrachtete Schiefe der Ecliptik heißt die wahre (man nennt sie auch die mittlere) und ihre Abnahme, die alle alte und neue Beobachtungen geben, scheint bis auf die oben bemerkte Veränderung, gleichförmig zu seyn. Sie wird aber durch die Nutation, (§. 634.) weswegen sich der mittlere Aequator 9 Jahr hindurch der Ecliptik um 9″ nordwärts nähert, und dann sich wieder um eben so viel von derselben entfernt, hierauf in eben so langer Zeit 9″ weiter von der Ecliptik nach Süden geht, und wieder zurückkömmt, ungleich, und geht nicht selten in eine Zunahme über. Man nennt deswegen diese für eine jede Zeit am Himmel statt findende Schiefe der Ecliptik, die scheinbare. Folgende Tafel zeigt zur allgemeinen Uebersicht, wie z. B. eine für den Ort des ☊ ☾ im 0° ♈ angenommene wahre Schiefe von 23° 28′ 0″, während der 18jährigen Periode der Mondknoten, die etwa vom Jahr 1783 bis 1801 statt gefunden, gleichförmig abnimmt, (50″ in 100 Jahren gesetzt) und wie die Nutation solche in die scheinbare verändert.

Wahre Schiefe.			☊ ☾		Nutation.		Scheinb. Schiefe.		
23°	28′	0″	0°	♈	+	9″	23°	28′	9″
23	27	59	15	♒	+	7	23	28	6
23	27	58	0	♑		0	23	27	58
23	27	57	15	♏	—	7	23	27	50
23	27	56	0	♎	—	9	23	27	47
23	27	56	15	♌	—	7	23	27	49
23	27	55	0	♋		0	23	27	55
23	27	54	15	♉	+	7	23	28	1
23	27	53	0	♈	+	9	23	28	2

Die Veränderung der Lage der Ecliptik verursacht noch eine gewisse kleine Ungleichheit bey der Vorrückung der Nachtgleichen, wodurch die tropische Secularbewegung der Sonne oder Erde, welche jetzt 46′ 0″ (eigentlich 100 Umläufe 0 Z. 0° 46′ 0″) ist (§. 414.) nur 45′ 23″ im ersten Jahrhundert nach C. G. muß gewesen seyn. De la Place findet hiernach, daß zu Hypparchs Zeiten das Jahr etwa 10 Sec. länger war. Ob nun gleich die Tafel im vorigen §. deutlich zu ergeben scheint, daß die Schiefe der Ecliptik seit 2000 Jahren um 23 Min. abgenommen, so haben dennoch die scharfsinnigsten Untersuchungen der neuern Astronomen bey der gegründeten Voraussetzung, daß diese Abnahme von der durch die Perturbation der Planeten bewirkten Bewegung der Pole der Ecliptik um die Pole der Planetenbahnen entsteht; und da Vergleichungen der in verschiedenen Jahrhunderten angestellten Beobachtungen gezeigt, daß solche ehedem anders als jetzt gewesen, zu erkennen gegeben, daß die anscheinende geringe Annäherung der Ecliptik zum Aequator gleichfalls nur eine Schwankung derselben sey, deren Periode von sehr langer Dauer ist. Uebrigens kann jene Ursache, wodurch jetzt die Schiefe abnimmt, niemals ein Zusammenfallen der Ecliptik und des Aequators, und folglich ein für die Bewohnbarkeit und Cultur der Erdkugel gewiß nicht zuträgliches beständiges Aequinoctium auf derselben veranlassen *).

---

*) Der Etatsrath v. Schubert in Petersburg hat in seiner Astronomie und in meinem astronomischen Jahrb. für 1799,

§. 640. Die wechselseitigen Anziehungen oder Störungen der Planeten unter sich, sind ferner eine Wirkung der allgemeinen Schwerkraft. L. Euler berechnete daraus in den Jahren 1748 u. 1752 zuerst die Ungleichheiten beym Lauf des Saturns und Jupiters, allein de la Place berichtigte erst vor wenig Jahren die Theorie der Perturbationen dieser beyden Planeten so weit, daß nun die nach derselben berechneten Tafeln ihre Oerter mit einer bisher nicht bekannten Genauigkeit angeben. Die Ungleichheiten des Uranus, die eine Folge der anziehenden Kräfte, besonders des Saturns und Jupiters sind, haben de la Place, Oriani, Gerstner und andere seit kurzem bereits so genau, als von irgend einem der andern Planeten, bestimmt. T. Mayer hat zufolge des Perturbationssystems die Theorie des Mars verbessert, imgl. de la Grange und de la Lande. Zur Berechnung der Störungen die die Bewegung der Venus ungleich

Seite 215, die verschiedenen Perioden der Veränderung der Schiefe, der Ecliptik nach de la Grange Formeln berechnet. Er findet, daß die Schiefe in einer Folge von 65000 Jahren beständig innerhalb der Grenzen 20° 34′ und 27° 48′ bleibt. Sie ist jetzt um etwa 43 Min. kleiner als die aus jenen Grenzen sich ergebende mittlere und nimmt seit fast 4000 Jahren ab. Sie wird noch etwa 4900 Jahre abnehmen, bis zu 22° 53′ und dann wieder anwachsen. Ueber die allgemeine Vermuthung, daß ehemals die Ecliptik mit dem Aequator zusammengefallen und die Pole oder Axe der Erde so wie die Neigung der Ecliptik mehreremal eine Verrückung erlitten. S. meine Abhandl. im astronom. Jahrb. 1800. Seite 192—208.

ungleich machen, welche in Ermangelung der Kenntniß der genauen Masse dieses Planeten schwer zu bestimmen sind, hat de la Grange Regeln gegeben. Die Perturbationen der übrigen Planeten beym Merkur sollen unmerklich seyn.

§. 641. Die Bewegung der Apsidenlinie der elliptischen Laufbahnen aller Planeten und des Mondes oder die langsame Fortrückung der Aphelien bey den Planeten und die schnelle Fortrückung des Apogäums beym Mond (§. 483.) von Westen gegen Osten, ist gleichfalls eine Wirkung der wechselseitigen Anziehung. Ohne diese würde ein jeder Planet ungestört in seiner Ellipse sich um die im Brennpunct derselben liegende Sonne, die ihn anzieht, bewegen, allein nun wird er durch die Anziehung der übrigen Planeten beständig von seiner Bahn abgelenkt, oder vielmehr die Lage derselben wird verändert, folglich die Apsidenlinie verrückt. So hat de la Grange aus der Anziehung des Jupiters die jährliche Bewegung der Apsidenlinie oder des Apheliums der Erdbahn auf 6″, 8 berechnet, und eben dergleichen für die übrigen Planeten bestimmt, so daß die Beobachtungen damit zutreffen. Es ist also kein Widerstand der ätherischen Materie die Ursache dieser Verrückungen, denn da alle Untersuchungen gezeigt haben, daß die Perioden der Revolutionen der Planeten noch keine Veränderung erlitten haben, so muß entweder jener Widerstand im geringsten nicht statt finden, oder der Lauf der Weltkörper muß in einem Raum geschehen, der für uns als völlig leer zu betrachten ist, indem

sich durch die Wirkungen der Schwere alle beobachtete Erscheinungen erklären lassen.

§. 642. Noch ist die langsame Fortrückung der Knotenlinien aller Planetenbahnen von Westen gegen Osten, und die so merkliche Zurückweichung der Knotenlinie des Mondes, augenscheinlich eine Wirkung der wechselseitigen Anziehung der Planeten nach der Richtung der verschiedenen Lagen der Ebenen ihrer Bahnen, da die Astronomen die Größe dieser Wirkung für einen jeden Planeten nach den bekannten Gesetzen der Perturbationen, mit Beyhülfe der höhern Geometrie, den Beobachtungen zustimmend berechnen. Auch selbst das monatliche Zurückgehen der Mondknoten von etwa $1\frac{1}{2}$ Grad wird durch ähnliche Berechnungen herausgebracht *). Ferner hat de la Place die Theorie des Laufs der Jupiterstrabanten erst neulich dadurch zu einer größern Vollkommenheit gebracht, daß er solche auf die Gesetze der allgemeinen Anziehungskraft gründete, und die merklichen Ungleichheiten, welche sich bey den Bewegungen derselben zeigen, als die Wirkung gegenseitiger Perturbationen dieser Körper erkannte und nach allen Umständen berechnete. Bey Anwendung dieser mühsamen Untersuchungen haben die von de Lambre

*) De la Grange hat im astronomischen Jahrbuch für 1786 Seite 183—187. Formeln zur Berechnung der durch diese wechselseitigen Störungen verursachte jährliche Bewegung der Sonnenferne, Mittelpunktsgleichung, Knoten, Neigungen aller Planetenbahnen geliefert, so wie für die jährliche Abnahme der Schiefe der Ecliptik. Aehnliche Untersuchungen enthält der 3te Bd. der Schubertschen Astronomie.

gelieferten Jupiterstrabantentafeln einen weit größern Grad der Genauigkeit, als die bisherigen, erhalten. Endlich ist die sehr beträchtliche Verspätigung der letztern Wiederkehr des Kometen von 1759 *) als eine Wirkung der Anziehungskraft, besonders des Saturns und Jupiters allgemein anerkannt worden.

§. 643. Wollte man nun gleich annehmen, das Grundgesetz aller himmlischen Bewegungen: Die Anziehungskraft jeder Masse steht im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung, sey blos ein Werk der Nothwendigkeit, weil ohne dasselbe kein System von Weltkörper bestehen könne, ferner: Die Gesetze, nach welchen die Planeten in elliptischen Laufbahnen einhergehen und sich in diesen Bahnen wechselseitig stören, setze keinen weisen Urheber derselben voraus, so muß man doch eingestehen, daß, diesen Gesetzen unbeschadet, unzählige Fälle bey der Vertheilung der Massen im Weltraum möglich waren, wobey das Sonnensystem vielleicht Jahrtausende aber nicht auf immer bestehen könnte. Wenn aber nun die tiefsinnigen Untersuchungen der Astronomen wirklich herausgebracht, daß bey einer andern Anordnung der Massen, als die Beobachtungen und Berechnungen geben, eine gänzliche Umwandelung, und bey einem anderweitigen Verhältnisse der Bahnengrößen wol gar eine endliche Zerstörung des Sonnensystems erfolgen würde, daß aber durch die bey beyden

*) S. im 11ten Abschnitt, von den Kometen.

statt findende Vertheilung gleichsam für eine ewige Dauer desselben gesorgt ist, so wird man voll Dank und Bewunderung zur Anbetung der ewigen und weisheitsvollen Ursache aller Dinge hingezogen *).

Ueber die Bestimmung der Planeten, aus ihrer Aehnlichkeit mit der Erde hergeleitet.

§. 644.

Die bisher entwickelte Größe, harmonische Einrichtung, unverrückte Ordnung und Dauer des Planetengebiets der herrlichen Sonne muß nothwendig den Geist des Erdbewohners, der es der Mühe werth hält, diese Trefflichkeiten kennen zu lernen, noch auf mehr als eine immer festere Ueberzeugung vom Daseyn eines allgemeinen Welturhebers, nemlich auch auf vernünftige Vorstellungsgründe über die Absichten dieses Allerweisesten bey allen jenen großen Veranstaltungen leiten **). Hiezu wird vornemlich das, was die Sternkunde von der Aehnlichkeit der Erde mit den Planeten lehrt, dienen können, woraus sich folgern läßt, daß auch diese höchstwahrscheinlich zu Wohnplätzen le-

*) S. den Schluß der theoretischen Astronomie des Herrn Etatsrath v. Schubert, 3ten Bandes, Seite 337 u. 338.

**) Bey allen aufgesamleten Erfahrungen und bekannt gewordenen Einrichtungen unsers Sonnensystems, dennoch keine wohlthätigen Zwecke annehmen wollen, heißt gerade hin dem Verstande des Menschen Hohn sprechen, und einen ewigen weisen Urheber dieses wundervollen Systems, den wir, in menschlicher Sprache, Gott nennen, verläugnen.

bendiger und vernünftiger Wesen, eben so wie die Erde, bestimmt sind.

§. 645. Die bekannten zehn Hauptplaneten wälzen sich in Gemeinschaft mit der Erde, in gleichförmigen Bahnen nach ähnlichen Grundgesetzen um die Sonne. Sie sind zum Theil kleiner, zum Theil aber auch viel größer als die Erde, übrigens dunkle Kugeln, und erhalten wie sie ihre Erleuchtung von der Sonne, entweder nach dem Verhältniße vom Quadrat ihrer Abstände von derselben, oder vielleicht richtiger, nach Beschaffenheit ihres Urstoffes und Dunstkreises. Das Daseyn des letztern lassen bey einigen ihre veränderlichen Flecken und andere Erscheinungen vermuthen, und vermittelst dieser unentbehrlichen und wohlthätigen Umhüllung, so wie der Natur ihrer elementarischen Bestandtheile, bringen die Sonnenstralen auf ihrer Oberfläche die einem jeden zuträgliche Wärme hervor. Sie drehen sich, wie die Erde, um ihre Axen, und haben folglich eine Abwechselung von Tag und Nacht, dies zeigen die Fernröhren wenigstens von der Sonne, dem Monde, dem Merkur, der Venus, dem Mars, Jupiter u. Saturn durch den Augenschein, und vom Uran und den vier neu entdeckten Planeten, ist es höchst wahrscheinlich. Beobachtungen oder Schlüsse lehren ferner, daß die Axen der Planetenkugeln sich gegen die Ebenen ihrer Laufbahnen in einer unverrückten Lage mehr oder weniger neigen, und daß daher auch Jahreszeiten auf diesen Weltkörpern statt finden. Die Jupiterskugel ist ihrer schnellen Axendrehung wegen, merklich abgeplatteter wie die Erde, und auch Saturn und Mars

sind sphäroidische Körper. Die Flecken, Streifen und Schattirungen auf den Planeten und dem Monde, ja selbst auf der Sonnenkugel, sind größtentheils augenscheinliche Beweise ihrer Berge, Thäler, Länder, Meere ꝛc. Die Nächte der Erde werden von einem, die des Jupiters aber von vier, die des Saturns von sieben, und die des Urans (so viel wir bis jetzt wissen) von sechs Monden, mit periodisch abwechselnden Lichtsgestalten, erleuchtet. Diese Monde erleiden zuweilen, wie der unsrige, Verfinsterungen im Schatten des Hauptplaneten, oder sie bedecken für manche Gegenden der Oberfläche ihrer Planeten die Sonne ꝛc. Ueberhaupt läßt sich fast keine zum Nutzen und Vergnügen, oder zur Betrachtung der vernünftigen Erdbewohner getroffene Einrichtung gedenken, die nicht auch in einem oder dem andern Planeten, obgleich vielleicht mit manchen Abänderungen, vorhanden seyn sollte, wenn wir auch mit unsern vollkommensten Fernröhren, nur einiges davon, was hieher gehört, zu entdecken im Stande sind.

§. 646. Die Planeten, ja selbst die Sonne, wie oben vorgestellt ist, sind demnach ursprünglich, überhaupt unserer Erde ganz ähnliche Körper, sollte sich diese Uebereinstimmung nicht auch auf Bewohnbarkeit und vernünftige Bewohner, deren Daseyn der vornehmste Endzweck der Schöpfung zu seyn scheint, erstrecken? Mit welchen Scheingründen läßt sich dies noch in unsern Zeiten bestreiten, da schon die alten Weltweisen und Astronomen, die lange nicht so viele Beweise als wir dafür hatten, die Bevölkerung der

übrigen Planetenkugeln glaubten. Unter andern hat Huygen in seinem Weltbeschauer über diese Materie viele Muthmaßungen gewagt. Was einige über die physische, ja selbst moralische Beschaffenheit dieser Bewohner aus ihren verschiedenen Abständen von der Sonne gefolgert haben, ist vielen Ausnahmen unterworfen, wenn man die Wärme der Sonne nach der neuesten, sehr wahrscheinlich richtigen Meinung (§. 458.) nicht von einem ursprünglichen Feuer derselben herleitet. Von einer mehr oder mindern Aehnlichkeit dieser Planetenbewohner mit uns, läßt sich wenig ausmachen. Wir können uns dieselben als vernünftige Wesen, wie wir, gedenken, die fähig sind, den Urheber ihres Daseyns zu erkennen und seine Güte dankbar zu preisen. Die Mannigfaltigkeit und Abwechselung, welche wir schon zunächst um uns herum in der Natur wahrnehmen, führt sehr leicht auf die Vorstellung, daß die vernünftigen Bewohner, und eben so die übrigen lebendigen und organisirten Geschöpfe, die Naturproducte, Urstoffe uud ganze Einrichtung der Dinge auf den übrigen Weltkugeln unsers Sonnensystems sich durch sehr unterschiedene Gestalten, Arten, Abstufungen und Modificationen, von denjenigen, die auf unserm Erdball vorkommen, auszeichnen müssen. Beobachtungen und Vernunftschlüsse geben hierüber viele Winke, aber manches liegt doch hiebey außer der Sphäre des Erdbewohners.

§. 647. Auch auf die Nebenplaneten erstreckt sich sehr vermuthlich die Bevölkerung. Dem Jupiter, Saturn und Uran sind, wie wir gewiß wissen,

mehrere Monde zur Erleuchtung ihrer Nächte gegeben; die Planeten dienen aber wieder ihren Monden zur Erleuchtung, und zwar um so viel mehr, je grösser sie sind. Die Erde z. B. erleuchtet die Nächte des Mondes, dem grössern Flächenraum nach zu rechnen, etwa 14mal stärker als der Mond die unsrigen (§. 478.) Sollte diese lebhafte Zurückwerfung des Sonnenlichts von der Erde auf den Mond nicht Geschöpfen desselben nutzen, zumal wenn man noch hinzunimmt, was die Fernröhre über die Beschaffenheit des Mondes lehren *). Von den Jupiters- Saturns- und Urans Trabanten lassen sich, zufolge dessen, was im VIIIten Abschnitt von ihnen bemerkt worden, ähnliche Schlüsse machen. Sollten auch die weiten Gefilde des grossen Sonnenballs **) nur als völkerlose Wüsteneyen, keine lebendige Geschöpfe, keine vernünftige Bewohner beherbergen? Und war vielleicht der Endzweck bey seiner Formung blos auf den Dienst, welchen er seinen Planeten leistet, eingeschränkt? Allein wie würden hiebey die gewählten Mittel und erreichten Zwecke mit der Weisheit des Schöpfers übereinstimmen? Un-

---

*) Hevel nennt die Mondbewohner Seleniten. Ich habe in meinen Betrachtungen über das Weltgebäude, Anmerkung auf S. 115., die Erscheinung der Erde aus dem Monde betrachtet, als Folgen ihrer dortigen unverrückten Stellung am Firmament, monatlich periodischen Lichtgestalten und 24 stündlichen Axendrehung, so wie des erscheinenden 29tägigen Umlaufs der Sonne, vorgetragen.

**) Die Oberfläche der Sonnenkugel enthält gegen 119000 Millionen Quadratmeilen, und es ist auf derselben 12800mal mehr Raum als auf der Erde.

sere Vorstellungen von den Natureinrichtungen auf dem Sonnenkörper im Allgemeinen, sind durch die neuern Wahrnehmungen und den daraus gezogenen Vernunftschlüssen (§. 459.) ungemein erweitert und berichtigt, und in eben dem Maaße ist die Bewohnbarkeit dieses prächtigen Weltkörpers glaublicher geworden. Endlich wird sich über die wahrscheinliche Bevölkerung der Kometen einiges Licht verbreiten, wenn im 11ten Abschnitt der Lauf und die Beschaffenheit dieser Körper gezeigt worden *).

Zehnter Abschnitt.

Von den Himmelsbegebenheiten, welche der Lauf des Mondes und der Planeten veranlassen.

§. 648.

Ich habe es für schicklich erachtet, erst nach dem Vortrage von der Einrichtung des Planetensystems der Sonne und allen Erscheinungen desselben, diejenigen

*) Im vierten Abschnitt der dritten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, welcher allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude enthält, die auch schon dreymal mit Erweiterungen, Anmerkungen und Figuren, besonders gedruckt erschienen sind, habe ich über diese Materien noch verschiedenes beygebracht.

Begebenheiten am Firmament, welche der Lauf der Planeten und vornemlich die Nähe und Fortrückung des Mondes, so wie die veränderliche Lage seiner Bahn verursacht, als: Mond- und Sonnen- oder Erdfinsternisse; Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde; Bedeckungen oder nahe Zusammenkünfte der letztern unter sich; Erscheinung des Merkurs und der Venus vor der Sonne rc. in diesem Abschnitte besonders abzuhandeln, weil ich nunmehr die hiezu nöthigen Kenntnisse und Grundsätze aus dem, was bisher vorgetragen worden, als bekannt voraussetzen kann.

Von den Finsternissen überhaupt.

§. 649.

Die Erscheinungen an Sonne und Mond, daß nemlich diese Körper zuweilen bey heiterm Himmel eine Verfinsterung erleiden, hat schon von den ältesten Zeiten her, die besondere Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen *). Als die alten Astronomen nach und nach die Ursache dieser Himmelsbegebenheiten erkannt und es so weit gebracht hatten, dieselben im voraus zu verkündigen, welches letztere Thales von Milet, der etwa 600 Jahre vor Christi Geburt lebte, zuerst bewerkstelligt haben soll, wurden die nähern Bestimmungen derselben, Gegenstände der wichtigsten Un-

*) Die erste Beobachtung einer Mondfinsterniß, wovon wir noch Nachricht haben, geschah zu Babylon 720 Jahre vor Christi Geburt.

tersuchungen in der Sternkunde, worin wir aber doch erst in den neuern Zeiten es zur Vollkommenheit gebracht haben. Bis jetzt dient noch die Vorhersagung der Finsternisse und ihre genaue Erfüllung dem Unwissenden zur Verwunderung, und erregt eine große Hochachtung gegen eine Wissenschaft, die solche himmlische Begebenheiten aufs genaueste zu berechnen lehrt. Die Astronomen kündigen daher die Erscheinungen der Finsternisse nach allen Umständen, aus dem bekannten Lauf der Sonne und des Mondes bestimmt, in den astronomischen Jahrbüchern im voraus an. Ihre genaue Beobachtung dient noch jetzt sowol zu einer immer mehrern Berichtigung der Theorie der Ungleichheiten des Mondlaufs, als zur Erfindung der geographischen Länge, oder des Meridian Unterschiedes der Oerter. Die alten Geschichtschreiber setzen auch zuweilen die Zeit einer merkwürdigen Begebenheit nach einer zugleich vorgefallenen Finsterniß an, wobey denn die Sternkunde Gelegenheit darbietet, die Zeitrechnung zu verbessern.

Von den Mondfinsternissen.

§. 650.

Eine **Mondfinsterniß** wird bemerkt, wenn der Mond zur Zeit seines vollen Lichtes, da er in Ansehung der Sonne hinterhalb der Erde und also der Sonne gerade gegenüber steht, in den dorthin liegenden Schatten der Erde kömmt, und folglich während seinem Durchgang durch denselben das von der Sonne erborgte Licht wirklich verliert. Denn nach Fig. 112. sey in S

der Mittelpunct der Sonne, in C die Erde, so ist EHF der Erdschatten, welcher nach optischen Grundsätzen die Figur eines geometrischen Kegels hat, und mit der größern Entfernung von der Erde immer kleiner im Durchschnitt wird, weil der leuchtende Körper, als hier die Sonne, viel größer als der dunkle, nemlich die Erde, ist. Er wird von den äußersten Lichtstralen der Sonne AH und BH begrenzt, und heißt eigentlich der wahre Schatten, weil in ihm wegen der im Wege stehenden Erde kein Theil der Sonne sichtbar ist. ML sey ein Theil der Mondbahn, so kann der Mond in r in den Schatten treten; in m wird er ganz verdunkelt mitten in demselben und zugleich in ☍ mit der Sonne stehen, und in t wieder aus dem Schatten hervorkommen. Inzwischen ist dem Mond das Sonnenlicht von der Erde entzogen worden, und so zeigt sich alsdann im Mond eine von dem Vortritt der Erde bewirkte Sonnenfinsterniß. In der Gegend etwa, in welcher der Mond durch den Schatten der Erde rückt, ist derselbe noch fast dreymal breiter als der Mond, so daß sich letzterer eine Weile völlig verfinstert darin aufhalten kann. Die größte mögliche Verweilung im Schatten geht auf $1\frac{3}{4}$ Stunden.

§. 651. Um diesen wahren Schatten befindet sich noch der Halbschatten EL, FM, der von den Lichtstralen AFMK und BELI begrenzt wird, in welchem nemlich hinter der Erde noch immer ein Theil von der Sonne zu sehen ist. Kömmt der Mond z. B. in M, so fängt der Rand der Erde F an ihm den Sonnenrand A zu bedecken; je weiter er von M gegen r rückt,

um desto mehr erscheint dem Mond die Sonne von der Erde bedeckt, bis er in r das Sonnenlicht gänzlich verliert. In t erhält der Mond wieder etwas Licht von dem Theil der Sonne bey AS, und in L tritt er völlig aus dem Halbschatten, wo er wieder von der ganzen Sonne beschienen wird. Dieser eigentliche Halbschatten ist aber bey den Mondfinsternissen nur daran zu bemerken, daß er die Mondflecken eine Weile vor und nach ihrem Ein- und Austritt in und aus dem wahren Schatten etwas unkenntlich macht. Der Halbmesser des wahren Schattens, der eigentlich die Mondfinsternisse verursacht, erscheint uns allemal unter einem Winkel, welcher der Summe der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne, weniger dem Halbmesser der Sonne gleich ist. Es sey Fig. 99. DB der Halbmesser der Sonne und NA der Halbmesser der Erde, so wird MEN der Schattenkegel der Erde und LAG der scheinbare Halbmesser des Erdschattens in der Gegend, wo der Mond durchgeht. Wird nun die Seite DA in dem Dreyeck LAD bis r verlängert, so ist sein äußerer Winkel LAr = der Summe der beyden innern gegenüber liegenden, nemlich NDA und NLA, wovon der erstere der horizontalen Parallaxe der Sonne und der andere der horizontalen Parallaxe des Mondes gleich ist (§. 566.); dann ist aber LAr — GAr = LAG = dem Halbmesser des Erdschattens und GAr = DAB dem Halbmesser der Sonne, woraus sich die Richtigkeit der vorigen Regel ergiebt. Dieser Halbmesser des Erdschattens wird wegen der Atmosphäre

der Erde etwas vergrößert. Die Astronomen sind aber über seine Vergrößerung nicht einig. Gewöhnlich wird hiebey die Vorschrift gegeben, daß man diesem Halbmesser so viele Secunden zusetzen muß, als er selbst bey einer Finsterniß Minuten hat *).

§. 652. Da die Erde eine Kugel ist, so muß ein jeder Durchschnitt ihres Schattenkegels, der mit der Axe desselben unter einem rechten Winkel oder mit der Grundfläche parallel geschieht, eine Scheibe seyn, und sich folglich als eine solche auf dem verfinsterten Monde darstellen. Und da dieser Himmelskörper beständig von Westen gegen Osten am Firmament fortrückt, so muß es das Ansehen haben, als wenn eine schattenähnliche Scheibe sich von Osten gegen Westen nach und nach über ihn ausbreitete, oder der östliche Theil des Mondes wird zuerst verfinstert und erhält auch zuerst wieder Licht. Wenn der Mond sich ganz in den Erdschatten einsenkt, so heißt die Finsterniß **total**, und wenn

---

*) **Mayer** giebt die Regel, daß man den **Halbmesser des wahren Erdschattens** um $\frac{1}{60}$stel der Summe der horizontalen Mond- und Sonnenparallaxe vergrößern müsse; allein **de la Lande** fand bey der Mondfinsterniß am 18. März 1783 die Vergrößerung nur 36 Secunden; **Cassini** und **Le Monnier** setzten solche nur auf 20 bis 30 Sec. Es ist hiebey wenig Zuverläßigkeit zu erwarten, da bey der verschiedenen Dichtigkeit der Luft um den Aequator und unter den Polen ohne Zweifel diese Vergrößerung veränderlich ist. Nach **le Gentil** wird deshalb der Halbmesser des Schattens beym Aequator um 40″, und in den Gegenden der Pole 1′ 40″ vergrößert. Die Gestalt des wahren Erdschattens ist, wegen der sphäroidischen Erdkugel eigentlich elliptisch; allein dies kömmt hiebey in keine Betrachtung, weil die Durchmesser nur um etwa $\frac{1}{300}$ verschieden seyn können.

daben sein Mittelpunct genau durch den Mittelpunct des Schattens rückt, zugleich central; im Gegentheil aber heißt die Verfinsterung partial, wenn nur ein größerer oder kleinerer Theil der Mondscheibe eine Verdunkelung leidet. Die Größe derselben wird nach einer uralten Manier, gewöhnlich nach Zollen, deren der scheinbare Durchmesser des Mondes 12 hat, bestimmt *). Geht der Mond durch die Mitte des Erdschattens, oder ist die Finsterniß gar central, so beträgt ihre Größe über 12 Zoll, und kann bis auf 22 Zoll gehen. Sichtbar heißt eine Mondfinsterniß, für einen gewissen Ort, wenn der Mond während seiner Verfinsterung über dem Horizont steht; unsichtbar hingegen, wenn er mittlerweile unter dem Horizont sich befindet.

§. 653. Der Schattenkegel der Erde erstreckt sich beständig längs der Ebene der Ecliptik, weil der Mittelpunct der Erde und Sonne in dieser Ebene liegt, daher denn die äußerste Spitze H und die Axe desselben CH, folglich der Mittelpunct eines jeden Durchschnitts von uns für einen jeden Augenblick in dem Punct der Ecliptik gesehen wird, der genau 180 Grad vom Ort der Sonne entfernt ist. Läge nun die Mondbahn mit der Erdbahn

---

*) Man theilt den Halbmesser des Mondes in sechs gleiche Theile, und beschreibt vom Mittelpunct aus, durch diese Theilungspuncte, sechs concentrische Kreise. Nachdem nun der Rand des Erdschattens einem dieser Kreise berührt, ist die Verfinsterung 1, 2, 3, 4, u. s. f., Zoll groß. Diesemnach trifft die Angabe der Größe einer Finsterniß, nicht mit der verfinsterten Raumebene zusammen. Ist z. B. der Mond sechs Zoll verfinstert, so ist doch weniger wie die Hälfte seiner Scheibe beschattet.

oder Ecliptik in einer und derselben Ebene, so müßt der Mond beständig in der Ecliptik am Himmel fort laufen, und jedesmal im vollen Lichte eine totale und centrale Verfinsterung erleiden. Da aber die Mond bahn sich mit der Ecliptik unter einem Winkel von etwa 5 Grad neigt, so können nur diejenigen Vollmonde welche sich in oder nahe bey dem auf- oder nieder steigenden Knoten ereignen, vom Erdschatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes im er stern Fall 0, im zweyten geringe ist. Die 113te Figu zeigt, wie die Mondfinsternisse immer kleiner werde je weiter der Vollmond vom ☊ oder ☋ entfernt i und unter welchen Bedingungen selbige möglich bleibe Nemlich der Mond muß, wenn er der Sonne gegenüb in die Nachbarschaft des Erdschatters kömmt, nicht weit vom Knoten stehen, daß seine Breite die Summ seines und des Erdschattens Halbmessers übersteigt. (sey DC die Ecliptik, in welcher allemal der Mitt punct vom Erdschatten anzutreffen ist; AB die geg die Ecliptik sich um etwa 5° neigende Mondbahn, u im ☊ der aufsteigende Knoten derselben; ☊, b, d, h, sind jedesmal die Mittelpuncte des Erdschattens G in diesen verschiedenen Abständen des Vollmondes v Knoten, oder Puncte, die der Sonne genau gerade g genüber liegen. Wird nun der Mond L gerade im voll, so leidet er eine totale und centrale Finste niß, die folglich von der größten Dauer ist; in b ka er noch total verfinstert werden; in d bleibt schon Theil lichte; in h wird er nicht mehr zur Hälfte v dunkelt, und in n geht er dem Erdschatten nordwär

unve

unverfinstert vorbey. Da im Perigäo oder der Erdnähe des Mondes beyläufig der größte Halbmesser des Erdschattens auf 47 und des Mondes auf 17 Minuten gehen kann, so folgt aus der 113ten Figur, daß, wenn die Breite des Mondes im ☍ 47′ — 17′ = 30 Minuten übersteigt, welches etwa 6° vor und nach ☊ oder ☋ geschieht, keine totale Finsterniß mehr möglich ist. Ist die Breite größer als 30 Minuten, so wird der Mond nur partial verfinstert; übersteigt aber die Breite 47 + 17 = 64 Minuten, welches in einem Abstande von 12 bis 13° vor und nach ☊ oder ☋ sich zuträgt, so ist keine Mondfinsterniß zu erwarten. Steht der Mond nicht im Perigäo, so sind noch bey etwas kleinern Breiten seine Verfinsterungen möglich *).

§. 654. Außer der im vorigen §. angezeigten Ursache, warum nicht alle Vollmonde verfinstert werden, ist noch eine andere vorhanden: Nemlich obgleich der Mond in 27⅓ Tagen den ganzen Thierkreis umläuft, und folglich inzwischen durch ☊ und ☋ geht, so kommt er doch allemal erst nach 29 Tagen 12 St. wieder in ☌ oder ☍ mit der Sonne und hat in dieser letzten Zwischenzeit gegen 390° zurückgelegt (§. 476.) Gesetzt also: der Mond sey heute voll oder im ☍ und nahe bey einem Knoten, so daß eine Verfinsterung entstehen kann, so muß er in dem zunächst folgenden

---

*) Die Figur stellt eigentlich den Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß vor, wo die Breite etwas geringer ist als in der ☍ selbst, indem daselbst die Breite eigentlich auf den Breitencirculn n o, h r rc. gerechnet wird, wiewol der Unterschied gegen ☊ hin unmerklich wird.

Ort des ☊, ☋	Zeit und Ort des Vollmondes oder ☍			Abstand vom ☊ oder ☋ vor — nach +	in Figur 114.
27° ♋ ♑	23 Januar.	4°	♌	☊ + 7°	☊ a
25	22 Februar.	4	♍	☊ + 39	☊ b
24	24 März.	4	♎	☊ + 70	☊ c
22	22 April.	3	♏	☋ — 79	☋ d
20	22 May.	1	♐	☋ — 49	☋ e
19	21 Juni.	0	♑	☋ — 19	☋ f
17	20 Juli.	28	♑	☋ + 11	☋ g
16	19 August.	26	♒	☋ + 40	☋ h
14	17 Sept.	24	♓	☊ + 70	☋ i
13	16 October.	23	♈	☊ — 80	☊ k
11	15 Novemb.	23	♉	☊ — 48	☊ l
10	14 Decemb.	22	♊	☊ — 18	☊ m

Aus dieser Tafel und Figur ergiebt sich, nach der Regel im §. 653., daß in diesem Jahre der erste Vollmond, der am 23sten Jan. 7° nach dem ☊ einfiel, eine partiale Mondfinsterniß mitbrachte, wobey der Mond eine kleine nördliche Breite hatte. Die fünf darauf folgenden waren alle zu weit vom ☊ oder ☋ entfernt, oder die nördliche Breite zu groß. Der Vollmond am 20sten Jul. aber traf ein, da der Mond 11° nach ☊ stand, und es fand dabey, nach §. 653. noch eine, wiewol kleine Finsterniß statt; wobey der Mond unter einer südlichen Breite erschien. Die fünf letztern Vollmonde waren wieder zu weit vom ☋ oder ☊, und die südliche Mondsbreite zu groß, als daß eine Verfinsterung derselben vom Erdschatten vorgehen konnte.

§. 656. Die Erscheinungen einer Mondfinsterniß nemlich ihr Anfang, Mittel, Ende, Größe ꝛc. sind aus verschiedenen dazu nöthigen Stücken, welche sich unter andern vermittelst der Mayerschen Sonnen- und Mondtafeln ergeben, entweder durch eine Zeichnung oder Rechnung leicht zu finden. Zuerst muß man die Zeit, da eine Mondfinsterniß einfallen wird, vorläufig wissen. Wenn also der Ort des ☊ oder ☋ bekannt ist, so sucht man, aus einem astronomischen Jahrbuch den Vollmond auf, der, zufolge der beyläufig im §. 653. angegebenen Weite, in der Nachbarschaft des einen oder andern Knoten, eintrifft, und dieser wird wahrscheinlich verfinstert. Ob dies gewiß geschieht, ergiebt sich dann aus einer nähern Berechnung. Man berechnet nun aus jenen Tafeln für die Zeit des Meridians des Orts der Beobachtung: die genaue wahre oder mittlere Zeit des Vollmondes oder der wahren ☍ der Sonne und des Mondes, da nemlich die Länge des Mondes, in der Ecliptik gerechnet, 6 Zeichen = 180° von der Länge der Sonne unterschieden ist. Ferner berechnet man für diese Zeit: die Breite des Mondes; die stündliche Veränderung der Länge und Breite desselben; die stündliche Bewegung und den Halbmesser der Sonne; die horizontale Mond- und Sonnenparallaxe; den Halbmesser des Mondes ꝛc. Was außerdem zu einem mechanischen Entwurf oder zu einer trigonometrischen Berechnung der Finsterniß noch erfordert wird, läßt sich aus dem angezeigten herleiten.

§. 657. Als ein Beyspiel kann die zu Berlin größtentheils sichtbar gewesene partiale Mondfinsterniß vom 23sten Jan. 1777 dienen (§. 654.) Der Vollmond fiel ein, bald nachdem der Mond durch seinen ☊, dessen mittl. Länge 3 Z. 26° 51′ war, gegangen, und zufolge der Mayerschen Tafeln um 5 Uhr 12′ 8″ Abends wahrer Zeit. Alsdann war die mittlere Länge des Mondes 3 Z. 29° 32′, dessen wahre Länge in der Ecliptik gerechnet 4 Z. 4° 7′ 28″. Die Breite des Mondes 38′ 10″ nördlich zunehmend; die stündliche Bewegung des Mondes in der Ecliptik gerechnet 32′ 1″ die stündliche Bewegung der Sonne 2′ 32″; die stündliche Zunahme der nördlichen Mondsbreite 2′ 54″; die horizontale Parallaxe des Mondes 56′ 21″; die horizontale Parallaxe der Sonne 9″; der Halbmesser des Mondes 15′ 21″; der Halbmesser der Sonne 16′ 17″. Dann findet sich noch hieraus: stündliche relative Bewegung des Mondes von der Sonne = 32′ 1″ — 2′ 32″ = 29′ 29″ und nach der Regel im §. 651. der Halbmesser des Erdschattens 56′ 21″ + 9″ — 16′ 17″ = 40′ 13″; die Vergrößerung wegen der Atmosphäre 40″ (§. 651.) demnach dessen verbesserter Halbmesser 40′ 53″, und hiernach läßt sich die ganze Erscheinung der Finsterniß, wie die 115te Figur im Kleinen zeigt, mit Zirkel und Lineal nach einem angenommenen Maaßstabe verzeichnen.

§. 658. Es sey AB Fig. 115. ein Maaßstab von 60′ oder einem Grade am Himmel; C der Mittel-

punct der Schattenscheibe in der Gegend wo der Mond hindurch geht, oder der, der Sonne entgegenstehende Punct der Ecliptik DCE. Bey D ist Westen und bey E Osten. Man beschreibe aus C mit dem Halbmesser des Erdschattens = 40′ 53″ = CE oder CD den hierbey hinlänglichen halben Kreis desselben EmD; richte in C ein Perpendicul Cn senkrecht auf ED auf, welches demnach ein Theil eines Breitenkreises ist. Die Breite des ☾ in ☊ = 38′ 10″ wird nun von C nordwärts bis n getragen, so ist n der Ort, wo der Mond in ☊ um 5 Uhr 12′ 8″ steht. Die zunehmende nördliche Breite des Mondes in einer Stunde = 2′ 54″ kommt von n bis h aufwärts gegen Norden, weil sich der Mond hiebey dem Nordpol nähert, und an diesem Endpuncte der Linie Ch wird eine Linie hr senkrecht, also mit der Ecliptik parallel gezogen, alsdann von h aus die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne in der Ecliptik (damit die Sonne oder ihr entgegengesetzter Punct C in Ruhe gesetzt werden kann) 29′ 29″ ostwärts bis r getragen, wo der Mond eine Stunde nach dem ☊ steht. Man zieht hierauf durch r und n die in Ansehung der Sonne oder ihren Oppositionspunct C relative Mondbahn FG, auf welcher von C aus ein Perpendicul CL gefällt den Punct L bestimmt, wo der Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß am tiefsten im Schatten steht. Theilt man die Weite von V Uhr 12′ bis VI Uhr 12′ in 60 Minuten so giebt Ln = 8 Min. an, wie viele Min. vor V Uhr 12′, weil der Mond von F herkömmt, das **Mittel der Finsterniß** einfällt, welches sich daher um

V Uhr 4' findet. Beschreibt man aus L mit dem Halbmesser des Mondes = 15' 21" die Mondscheibe, so ist, den Durchmesser in 12 Zoll abgetheilt, mN die Größe der Verfinsterung in eben solchen Theilen = $7\frac{1}{4}$ Z. Hierauf wird die stündliche relative Bewegung des Mondes in seiner Bahn = nr auch von V Uhr 12' gegen F hin, und von VI Uhr 12' gegen G hingetragen und in Min. eingetheilt. Sucht man nun mit einer Oeffnung des Zirkels, die der Summe von den Halbmessern des Erdschattens und des Mondes 40' 53" + 15' 21" = 56' 14" gleich ist, von C aus Puncte auf der in Zeit eingetheilten Mondbahn, so werden solche in F und G fallen, welcher erstere den Anfang um III Uhr 39' und letzerer das Ende der Finsterniß um VI Uhr 30' angeben. Wird endlich aus F und G der Mond beschrieben, so berührt er zuerst den Schatten in O und zuletzt in P. Die Dauer der Finsterniß wäre demnach VI. 30' — III. 39. = 2 St. 51'. Wenn bey einem dergleichen Entwurf der Halbmesser des Erdschattens etwa 9 Zoll hat, so kann man Theile einer Zeitminute auf der Mondbahn deutlich erkennen und er dient völlig statt der Berechnung, weil auf Unterschiede von einigen Secunden ohnehin bey der Beobachtung einer Mondfinsterniß nicht zu rechnen ist (§. 664).

§. 659. Da man auch gewöhnlich bey einer Mondfinsterniß im voraus berechnet oder durch eine Zeichnung zu bestimmen sucht, zu welcher Zeit verschiedene der kenntlichsten Mondflecken in und aus dem Erdschatten treten, weil sich aus diesen Beobachtungen genauere Resultate als blos aus dem Ein- und Aus-

tritt des Mondrandes oder des Anfanges und Endes der Finsterniß, ergeben: so ist es nothwendig, den Mond nach seiner Libration, oder nach der Lage seiner Axe und Meridiane, seines Aequators und dessen Parallelen für die Zeit der Finsterniß zu entwerfen, und alsdann jene Flecken nach ihrer richtigen Selenographischen Länge und Breite auf demselben einzutragen. Aus der Anweisung und der Tafel im §. 491. lassen sich für die Zeit dieser Mondfinsterniß folgende zu diesem Entwurf gehörige Stücke finden. Cos. wahrer Ort des ☾ — ☊ med. = 0 Z. 7° 16′ giebt in der Tafel 1° 28′ Neigung der Mondaxe mit dem Breiten-Circul östlich. Ferner giebt die Mondsbreite + 1° 29′. Sin. wahrer Ort des ☾ — ☊ med. = 49′ und dessen Sinus 0,014 in der Tafel den Abstand des ☾ Aequators vom ☾ Mittelpunct, (☾ Diam. = 1,000) oder dessen halbe kleine Axe, nördlich. Endlich giebt der wahre Ort des ☾ — dem mittlern = 4° 35′ und da jener um so viel größer als dieser ist, an, daß der erste Meridian im Mond von der Axe um 4° 35′ ostwärts liegt (§. 489). Hierauf lassen sich nach den Regeln der orthographischen Projection, wobey die Grade von der Mitte aus, nach den Sinussen der Bogen abnehmen, die Meridiane und Parallelkreise der Mondkugel zeichnen, und die Mondflecken eintragen.

§. 660. Um aber die Mondscheibe nach ihrer Libration für jede Phase der Finsterniß (als Anfang, Mittel und Ende, oder wenn ein Theil verdunkelt ist) nicht besonders entwerfen zu dürfen, muß man eine

andere Art des Entwurfes vornehmen, als bisher die 115te Figur gezeigt. Man stellt sich bey derselben den Mond als unbeweglich vor, und läßt dagegen den Erdschatten in entgegengesetzter Richtung, also von Osten gegen Westen parallel mit der relativen Mondbahn, vor dem Mond vorübergehen. Die 115te Figur ist gleichfalls zu dieser Vorstellung eingerichtet *). Es sey 1t die aus n, als dem Punct der wahren ☍ beschriebene Mondscheibe, auf welcher für die Zeit der Finsterniß, die Lage ihrer Axe, ihres Aequators und ersten Meridians, und hiernach alle übrige Meridiane und Parallele, etwa von 10 zu 10° richtig entworfen und dann verschiedene Hauptflecke nach ihrer selenographischen Länge und Breite, eingetragen worden. Man zieht durch n unterwärts einen Breitencircul, und trägt die nördliche Breite des Mondes auf demselben von n nach C, zieht Cu = der stündlichen Zunahme der nördlichen Mondsbreite, und an u eine Linie uw senkrecht, trägt die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne, in der Ecliptik gerechnet, von u nach w (es wird also das, was bey der vorigen Projectionsart nordwärts eingetragen wurde, hier südwärts, und was dort ostwärts liegt, hier westwärts gebracht). Zieht man nun durch C und w die Linie MCT, so ist dies der Weg des Erdschattens, er liegt parallel mit der Mondbahn GF, und man kann ihn leicht wie jene in Zeit einthei-

*) Ich finde diese vortheilhafte Entwerfungsmethode zuerst von Tob. Mayer, bey der partialen Mondfinsterniß vom 8ten Aug. 1748, die zu Nürnberg in Kupfer gestochen erschien, angewendet.

len, da C V Uhr 12′ und w eine Stunde später zählt. Ist nun der Mittelpunkt des Erdschattens in M, so berührt dessen Rand zuerst den südöstlichen Rand des Mondes in a, wo der Anfang der Finsterniß geschieht. Läßt man von n ein Perpendicul auf MT fallen, so zeigt es in d den Punct, wo das Mittel der Finsterniß hinfällt, beschreibt man aus demselben mit der Größe des Halbmessers vom Erdschatten einen Bogen auf der Mondscheibe, so schneidet derselbe den verfinsterten Theil ab. Kömmt endlich der Mittelpunct des Erdschattens in T, so verläßt sein Rand bey b den südwestlichen Mondrand, und macht das Ende der Finsterniß. Zwischen M und d lassen sich nun leicht die Zeitmomente finden, wenn dieser oder jener Mondfleck vom Erdschatten bedeckt wird, und zwischen d und T, wenn solcher wieder aus dem Schatten tritt.

§. 661. Die Regeln zur **Berechnung** einer Mondfinsterniß aus den oben gefundenen Angaben der Tafeln ergeben sich sehr leicht zufolge der 115ten Figur. **Die stündliche Veränderung der Breite** nh **durch die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne in der Ecliptik** = hr **dividirt, giebt in dem bey** h **rechtwinklichten Dreyeck** nhr **die Tangente des Winkels** hrn = **der scheinbaren Neigung der relativen Mondbahn gegen die Ecliptik, und diese ist dem Winkel** hCL **gleich, den das Perpendicul auf der Mondbahn** CL **mit dem Breitencircul** Ch **macht.** Er fällt hier an der Westseite des Breitencirculs, weil die nördliche Breite des Mondes zunimmt.

Endlich findet sich n r, die stündliche Bewegung des ☾ von der ☉ in seiner relativen Bahn durch $\frac{h\,r}{\text{Cos. } h\,r\,n}$.
Außer dem Winkel h C L ist in dem bey L rechtwinklichten Dreyeck n C L ferner bekannt, C n die Breite des Mondes in ☍, woraus sich durch n C. Cos. n C L die Seite C L als die kürzeste Entfernung des Mondes vom Mittelpunct des Erdschattens im Mittel der Finsterniß, und dann aus n C. Sin. n C L die Seite L n als den Unterschied der ☍ und des Mittels der Finsterniß im Bogen findet. Nun wird L n nach der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne in seiner relativen Bahn in Zeit verwandelt und in diesem Fall von der Zeit der ☍ in n abgezogen, so erhält man die Zeit der größten Verdunkelung. Wie viel Zoll der Mond alsdann verfinstert ist, findet sich in unserm Fall also: Vom Halbmesser des Erdschattens = C m wird die kleinste Entfernung der Mittelpuncte C L abgezogen, so bleibt m L übrig und dieses zum Halbmesser des Mondes L n addirt, bringt m N. Man setzt alsdann: wie L N zu 6 Zoll so N m zur Größe der Verfinsterung in Zollen. Um den Anfang der Finsterniß in F und das Ende in G zu finden, dienen die beyden an L rechtwinklichten und gleichen Dreyecke L C F und L C G in welchen die gemeinschaftliche Seite C L und die Hypothenuse C F oder C G bekannt sind. (Letztere ist der Summe vom Halbmesser des Erdschattens und des Mondes gleich). Aus $CF^2 - LC^2$ wird FL^2 und folglich F L gefunden, und diese Seite, zufolge der stündlichen Bewegung des Mondes von der

Sonne in seiner relativen Bahn, in Zeit verwandelt, giebt die halbe Dauer der Finsterniß oder die Zeit, welche der Mond braucht, von F bis L oder von L bis G zu gehen; wird solche daher von der Zeit des Mittels in L abgezogen, so kömmt der Anfang, und wird selbige dazu addirt, das Ende der Finsterniß heraus. Um noch die Zeit zu finden, da beym Zu- und Abnehmen der Finsterniß einzelne Zolle verfinstert erscheinen, darf man nur von der Seite CF oder CG $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{12}$, $\frac{3}{12}$, $\frac{4}{12}$ rc. vom Monddurchmesser subtrahiren, und dann auf eine ähnliche Art mit dem Dreyeck LCF wie oben verfahren *). Die Zeitdauer im Zunehmen zwischen einer z. B. dreyzölligen und der größten Verfinsterung ist der im Abnehmen gleich. Bey totalen Finsternissen ist beym völligen Eintritt des Mondes, oder wenn er anfängt wieder auszutreten, in dem Dreyeck CLF oder CLG, die Seite CF oder CG = dem Halbmesser des Schattens, weniger dem Halbmesser des Mondes, woraus sich dann die halbe Dauer der totalen Verdunkelung und folglich auch der Anfang und das Ende derselben finden läßt. Die Größe einer solchen Finsterniß zur Zeit des Mittels ergiebt sich, wenn man den Abstand des nächsten Mondrandes vom innern Rande des Erdschattens in Zolle des Monddurchmessers verwandelt und zu 12 Zoll addirt.

§. 662. Die Mondfinsternisse sind allen Län-

*) Statt der Beobachtung, wenn einzelne Zolle verdunkelt erscheinen, hat man in neuern Zeiten die Ein- und Austritte der merkwürdigsten Mondflecke gewählt, die auch in meinen astronomischen Jahrbüchern angezeigt sind.

dern der Erde, denen der Mond während seiner Verdunkelung über dem Horizont steht, in gleicher Größe und in gleichen Augenblicken sichtbar, nur mit dem Unterschiede, daß sie indeß nach der verschiedenen westlichen oder östlichen Lage ihrer Meridiane, frühere oder spätere Nachtstunden zählen. Der Mond verliert wirklich sein von der Sonne erborgtes Licht im Erdschatten, und so muß er allen Völkern, die ihn alsdann sehen können, für jeden Augenblick gleich stark verfinstert sich zeigen, ob er gleich wegen seiner Parallaxe von ihnen indeß in verschiedenen Puncten am Firmament beobachtet wird, folglich dienen die Beobachtungen der Mondfinsternisse zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter (§. 313.). Es sey z. B. nach Fig. 112. der Mond mitten im Erdschatten, folglich central verfinstert in m, so wird er in eben dem Augenblick von einem Zuschauer in F, der den Mond nach w sieht, des Abends bey Sonnenuntergang (die Erde dreht sich nach F o E um ihre Axe) central verfinstert am Osthorizont aufgehen. Ein anderer in o hat alsdann den Mond, der in H erscheint, im Meridian, folglich ist bey ihm Mitternacht. Endlich sieht der dritte in E zu gleicher Zeit den Mond des Morgens bey Sonnenaufgang central verfinstert untergehen und gegen u am Firmament. Nun ist der Mond in einem jeden Augenblick auf einmal (bis auf einen geringen Unterschied) der halben Erde sichtbar; da sich aber die Erdkugel während seiner Verfinsterung, nach derselben Seite, wohin der Mond sich bewegt, noch um ihre Axe dreht, so

kommen an der Westseite mehrere Länder in die Nachtseite der Erde, indeß die gerade gegen über, an der Ostseite liegenden, aus derselben rücken, und in diesen verschiedenen Ländern geht folglich der Mond verfinstert auf und unter; daher ist eine Mondfinsterniß, ihrer ganzen Dauer nach, mehr wie der halben Erdkugel sichtbar *). Die Länder, welche eine Mondfinsterniß entweder ganz oder nur zum Theil sehen können, lassen sich vermittelst eines Erdglobus, wenn die Abweichung des Mondes bekannt ist, nach folgender Anweisung leicht übersehen.

§. 663. Bey der vorigen Finsterniß vom 23sten Januar 1777., war die Abweichung des Mondes 20° nördlich, und um diesen Winkel wird der Nordpol des Globus über dem Horizont erhöhet. Man stellt hierauf Berlin unter den Meridian und den Zeiger auf 3 Uhr 39′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß, Berliner Zeit; dreht alsdann die Kugel um, bis der Zeiger auf Mitternacht steht, so liegt über dem Horizont derselben die Nachthalbkugel der Erde; unter dem Meridian zeigen sich die Länder, in welchen der Mond alsdann culminirt, nemlich der nordöstliche Theil von Asien, Japan, die Marianischen und Pelews-Inseln, Neu-Guinea, Neu-Holland ꝛc. 20° nördlich vom Aequator, ist der Mond im Zenith. Dann erscheint vornemlich ganz Asien und von Eu-

*) Bey totalen und centralen Verfinsterungen, kann die ganze Verweilung des Mondes im Erdschatten auf 4 Stunden gehen, in welcher Zwischenzeit sich die Erdkugel um den 6sten Theil ihres Umfanges, um ihre Axe wälzt.

ropa die östliche Hälfte über dem Horizont der Nachtseite, in welchen Ländern insgesamt folglich der Anfang sichtbar ist. (Berlin ist noch unter dem Horizont in der Tagseite, also kann der Anfang der Finsterniß daselbst nicht sichtbar seyn). Wird Berlin abermal unter den Meridian, und der Zeiger auf 5 Uhr 4′ gesetzt, wenn nemlich das Mittel einfällt, hierauf der Globus umgedreht, bis der Zeiger Mitternacht angiebt, so zeigt sichs, daß der Mond allen Ländern von Asien, dem größten Theil von Europa (Berlin ist auch inzwischen über dem Horizont gekommen und hat also den Mond verfinstert aufgehen sehen) dem östlichen von Afrika in seiner größten Verfinsterung sichtbar ist, und überdem zwischen Canton in China und den Philippinschen Inseln im Zenith erscheint. Um endlich zu sehen, welchen Ländern das Ende der Finsterniß sichtbar ist, wird Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 30′ gestellt, dann der Globus wieder umgedreht, bis der Zeiger 12 Uhr Nachts weiset, so zeigt sich ganz Asia und Europa über dem Horizont; von Afrika fehlen auch nur die westlichen Gegenden, und die Halbinsel Ostindiens jenseits des Ganges hat alsdann den Mond im Scheitelpunct. Diese Mondfinsterniß war also in ganz Asien und den östlichen europäischen Ländern in ihrer völligen Dauer; im westlichen Europa und östlichen Afrika aber nur zum Theil sichtbar. In Amerika kam fast nichts davon zu Gesicht.

§. 664. Der Rand des Erdschattens zeigt sich bey den Mondfinsternissen im geringsten nicht scharf begrenzt, sondern oft äußerst ungleich und durchsichtig, welches

von der Erdatmosphäre und dem dichtesten Theil des Halbschattens zunächst am wahren Schatten herrührt *), wobey besonders die Zeit des Anfangs und des Endes der Finsterniß, imgleichen der Ein- und Austritt der Mondflecken sich nur bis auf verschiedene Secunden, oft nur auf Theile von Minuten genau beobachten läßt, indem manche Flecken innerhalb des Randes, auch wol noch eine Strecke innerhalb des Erdschattens selbst, durch die, wie man es gewöhnlich erklärt, sich in der Erdatmosphäre brechenden und den Schatten noch etwas erleuchtenden Sonnenstralen, eine Weile sichtbar bleiben. Die veränderlichen Farben des Mondes bey seinen Verfinsterungen, hängen größtentheils von seinem verschiedenen Abstande von der Erde, und auch von der Beschaffenheit der Erdatmosphäre, die jedesmal den Rand des Erdschattens bildet, zu der Zeit ab **). Im Apogäo

*) Die Breite dieses dichtesten Theils vom Halbschatten wird gleich gesetzt dem Durchmesser der Sonne, multiplicirt mit der horizontalen Parallaxe derselben, und dividirt mit der horizontalen Parallaxe des Mondes; er trägt also etwa nur 5″ aus, um welche der Halbmesser des wahren Schattens vergrößert wird, und fällt daher mit der Wirkung der Erdatmosphäre zusammen.

**) Die Westseite des verfinsterten Mondes erscheint gemeiniglich in grünlich bläulicher, und die Ostseite derselben in röthlicher Farbe. Lambert leitet diese verschiedenen Farbenschattirungen davon her, daß, wenn der Mond bey uns um die Mitte der Nacht verfinstert wird, der westliche Rand des Erdschattens von den Sonnenstralen begrenzt ist, die über das Atlantische Meer gehen und grünliche Farben mitbringen; hingegen der östliche Rand von Stralen, die über das feste Land von Asien wegstreichen, röthliche Farben erzeugen.

Apogäo erscheint der Mond im Schatten gemeiniglich röthlich, und überhaupt viel lichter als im Perigäo; denn weil sich noch am Rande der Erde in der Atmosphäre derselben viele Lichtstralen brechen, und im Erdschatten verschiedentlich durchkreuzen, so kommen sie im erstern Fall wegen der geringern Breite des Schattens dem Mittelpunct näher als im letztern, und verrundern folglich die Dunkelheit des Schattens merklicher. Der Mond erscheint daher gewöhnlich selbst in seiner totalen Verfinsterung, in hell- oder dunkelrother Farbe *); er soll sich aber auch im Erdschatten zuweilen dem Gesichte völlig entziehen **). Noch ist von der Länge des Erdschattens zu merken, daß sich diese um fast viermal so weit erstreckt, als der Mond von uns entfernt ist. Denn nach optischen Grundsätzen verhält sich

*) Es ist ein ganz besonderer Anblick, den total verfinsterten Mond in oft lebhaft kupferrother Farbe am Himmel zu sehen, so daß sogar viele seiner Flecke sichtbar bleiben. Man ist daher auf die Gedanken gerathen, daß, außer der Erleuchtung, die die verfinsterte Mondkugel etwa noch von gebrochenen Sonnenstralen erhält, ihre Oberfläche einen eigenthümlichen, vielleicht vom 14tägigen Sonnenlicht erzeugten phosphorisirenden Glanz zeige, die dann durch ihre Beschautung von der Erde, uns sichtbar wird.

**) Dies geschah unter andern bey den totalen Mondfinsternissen vom 9. Decbr. 1601, vom 15. Jun. 1620, wie Kepler; vom 25. April 1642, wie Hevel berichtet. Letzterer konnte auch mit einem Fernrohr nicht die geringste Spur vom Monde bemerken, obgleich der Himmel heiter war; dergleichen völlige Verschwindungen des total verfinsterten Mondes treffen aber sehr selten ein. Ich habe ihn allemal noch sehr deutlich erkennen können, und die mehreste Zeit in einem lebhaft röthlichen Schein.

der Unterschied der beyden Halbmesser der Sonne und Erde, zur Entfernung der Erde von der Sonne, wie der halbe Erddurchmesser zur Länge des Erdschattens. Es sey in Fig. 99. B C der Halbmesser der Sonne, A M der Halbmesser der Erde und E die äußerste Spitze des Erdschattens. Man ziehe M T mit A B parallel, so ist T C der Unterschied des Halbmessers der Sonne und der Erde, und TM=BA. Demnach, CT:TM=MA:AE. Nun ist das Verhältniß jener Halbmesser = 1 : 113, 14, (§. 567.) und die Entfernung der Sonne = 24260 Erdhalbmesser (§. 562). Daher 112, 14:24260=1:216 Erdhalbmesser oder etwa 186000 Meilen = der Länge des Erdschattens *).

Von den Sonnen- oder Erdfinsternissen.

§. 665.

Eine Sonnenfinsterniß entsteht, wenn der Mond zur Zeit seines neuen Lichtes zuweilen gerade zwischen der Erde und Sonne in seiner Bahn hindurchgeht, und die Sonne entweder völlig, oder zum Theil zu bedecken

*) Wäre demnach der Mond weiter von uns als 216 Erdhalbmesser, so würde er niemals eine Verfinsterung vom Erdschatten erleiden. Er ist aber höchstens nur 63,8 Erdhalbmesser von uns, und daher erstreckt sich der Erdschatten noch 3, 4mal weiter jenseits des Mondes. Auf dem Mars, der uns von den acht obern Planeten in seiner ☍ am nächsten kömmt, kann daher, wenn derselbe dort erscheint, und zugleich im ☊ oder ☋ steht, welches im 18ten Grad des ♉ und der ♍ zutrifft, der Erdschatten nie fallen, weil seine Entfernung alsdann noch über 12000 Erdhalbmesser austrägt (§. 564.).

scheint. Es fällt alsdann der Schatten des Mondes auf die Erde, und entzieht denjenigen Ländern, welche er trifft, das Sonnenlicht; und daher ist eine dergleichen Himmelsbegebenheit eigentlicher eine Erdfinsterniß zu nennen, weil die Erde und nicht die Sonne verdunkelt wird. Es sey nach Fig. 116. in T die Erde, in L der Mond und in S die Sonne, F der westliche und E der östliche Rand derselben. Der Neumond stehe in L mit S und T beynahe oder genau in einer und derselben Ebene, so kann sein Schatten, welcher die Gestalt eines umgekehrten geometrischen Kegels hat, oder gegen die Erde hin spitz zu läuft, weil die Sonne größer als der Mond ist, auf den Ort der Erde r fallen, und hier wird die Sonne vom Mond gänzlich bedeckt erscheinen. In a hingegen zeigt sich zu eben der Zeit die Sonne nach den Gesichtslinien a E und a F ohne alle Bedeckung, und der Mond nach h hinaus ostwärts bey der Sonne. In d zeigt sich der westliche Theil des Mondes vor der Sonne. Von g aus scheint der Mittelpunct des Mondes zu eben der Zeit nach m und sein östlicher Rand dem westlichen Sonnenrande F ziemlich nahe zu stehen. Hieraus ist zu erkennen, daß eine Sonnenfinsterniß 1) wegen der Parallaxe des Mondes, welche die Neigung der am Mond von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche gezogenen Linien zu erkennen giebt, und 2) weil dieser Himmelskörper kleiner als die Erde ist (folglich sein Schatten nicht auf einmal ihre ganze der Sonne zugewendete Halbkugel bedecken kann) nicht überall auf der Erde zu gleicher Zeit und in gleicher Größe gesehen

wird; ja daß es viele Oerter geben kann, an welchen nichts von einer Finsterniß zu Gesicht kömmt.

§. 666. Fig. 116. zeigt eigentlich nur den wahren Mondschatten, unter welchem die Sonne völlig bedeckt erscheint. Um diesen Schatten befindet sich aber noch der Halbschatten, unter welchem dieses nur zum Theil geschieht; jene Erscheinung heißt daher eine totale und diese eine partiale Sonnenfinsterniß. Der Ort d liegt diesemnach im Halbschatten. Die Figur 117. macht dies deutlicher. Ca, Ap, Br ist der wahre und Cno, BIN, AMu der Halbschatten des Mondes. Steht der Mond gerade in ☌ mit der Sonne in C und mit S und T genau in einer Ebene, so fällt sein wahrer Schatten auf a, woselbst die Sonne total verfinstert erscheint. Der Halbschatten aber breitet sich um denselben in dem kreisförmigen Raum neo auf der Erdoberfläche aus, und an der äußersten Grenze desselben scheinen sich die Ränder der Sonne und des Mondes nur zu berühren. So berührt, von n aus betrachtet, der östliche Mondrand m den westlichen Sonnenrand I; von o aus der westliche Mondrand I den östlichen Sonnenrand K; von e und dessen gegenüber liegendem Puncte wird dies für die nördlichen und südlichen Ränder beyder Himmelskörper statt finden. Demnach ist zu der Zeit, da der Mond in C steht, nur in dem beschatteten Raum neoa und sonst nirgends eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar, und diese erscheint immer größer, je näher man dem Mittelpunct a kömmt *). Die Größe

*) Wenn der Mittelpunct des Mondhalbschattens und also auch des wahren Schattens a mitten auf die erleuchtete Halbku-

der Sonnenfinsterniß wird gleichfalls in Theilen ausgedrückt, deren der Durchmesser der Sonne 12 hat, und werden Zolle genannt *).

§. 667. Wenn die Sonne bey einer Finsterniß von der Erde am entferntesten und der Mond in seiner Erdnähe ist, so übertrifft der scheinbare Durchmesser des Mondes den Durchmesser der Sonne etwa 2 Minuten 7 Secunden, und es zeigt sich unter a, wo die Sonne im Scheitelpunct erscheint, eine totale und centrale Sonnenfinsterniß, deren Dauer auf ohngefähr 4 Minuten gehen kann. Erscheinen die Durchmesser der Sonne und des Mondes gleichgroß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde, und es zeigt sich unter a eine totale und centrale Sonnenfinsterniß von augenblicklicher Dauer. Endlich, wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner als der Durchmesser der Sonne ist, wie dieses die mehreste Zeit statt findet, so kömmt die Spitze des wahren Mondschattens nicht bis zur Ober-

---

gel der Erde fällt, so haben beyde die Gestalt eines Kreises; fällt a hingegen an der Seite, als zwischen Mo und Nn, so werden beyde länglicht, und nehmen auf der gegen den Mond schrägliegenden Erdrundung einen größern Raum ein, wie leicht zu begreifen ist.

*) Es findet aber bey dieser eingeführten Eintheilung der Sonnenscheibe in 6 concentrischen, gleich weit von einander liegenden Kreisen, gleichfalls kein Verhältniß der wirklichen Größe oder Raumbedeckung der Sonne vom Monde statt; die Sonnenscheibe ist, den Räumen nach, z. B. noch nicht zur Hälfte vom Monde bedeckt, wenn die Verfinsterung auf 6 Zoll angegeben wird, sondern der Mondrand berührt alsdann nur den Mittelpunct der Sonne.

fläche der Erde herab, und in a erscheint der Mond mitten vor der Sonne, so daß er von derselben einen Ring um sich unbedeckt läßt, daher heißen diese Art Finsternisse **ringförmige**. Die Breite dieses Ringes ist am größten, wenn der Mond in seiner Erdferne und die Sonne in der Erdnähe steht, und trägt $1\frac{1}{2}$ Minuten aus, indem alsdann der Monddurchmesser um etwa 3 Minuten kleiner als der Durchmesser der Sonne erscheint *).

§. 668. Der Mond bewegt sich von Westen gegen Osten, oder nach Figur 117. von A nach B, und die Erde dreht sich nach eben dieser Richtung, nemlich gegen M a N, um ihre Axe. Ist nun der Mond in A, so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde in i zuerst berühren, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey i in die erleuchtete oder Taghalbkugel der Erde kömmt, sieht die Sonne beym Aufgang unter al-

*) Da der Mond wegen seiner größern Entfernung am Horizont i und k Fig. 117. kleiner erscheint als im Scheitelpunct oder hoch am Himmel für den Beobachter in a (§484.), so kann es sich treffen, wie die Figur deutlich zu erkennen giebt, daß eine in a beobachtete totale Sonnenfinsterniß von geringer Dauer, bey i und k herum, ringförmig sich zeigt. Auch bey totalen Sonnenfinsternissen von einiger Dauer, ist daher da, wo die Sonne am Horizont verfinstert erscheint, die Dauer kürzer. Läuft der wahre Mondschatten oder der Mittelpunct des Halbschattens in der Nähe der Pole vorbey, so nimmt er an der schräge gegen ☉ und ☾ liegenden runden Erdoberfläche an Breite zu, und die Dauer der totalen und ringförmigen Verfinsterung wird vergrößert. Du Sejour berechnet in diesen Fällen die größtmöglichste Dauer einer totalen Sonnenfinsterniß auf 7′ 58″ und einer ringförmigen auf 12′ 24″.

len zuerst verfinstert, oder den östlichen Mondrand g vor den westlichen Sonnenrand I treten. Von da breitet sich der Halb- und ganze Schatten des Mondes auf der Erde nach i o aus. Kommt der Mond in C, so scheint er die Sonne für die Länder in a gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Dann geht der Mondschatten über n k, und wenn der Mond endlich in B anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in k die Erde, und der Ort, welcher alsdann bey k in die Nachtseite der Erde geht, sieht bey Sonnenuntergang den westlichen Mondrand h den östlichen Sonnenrand K zuletzt berühren. Der Mondschatten läuft demnach von Westen gegen Osten über die Erdoberfläche fort, und die westlichen Länder müssen daher die Sonne früher als die östlichen verfinstert sehen *). Aus dem Monde würde, wenn derselbe uns bey einer Finsterniß größer als die Sonne im Durchmesser erscheint, dies ganz eigentlich zu bemerken seyn, und sich die auf der Erde vorfallende Sonnenfinsterniß daselbst als eine vom Schatten des Mondes in Gestalt eines kleinen Schattenflecks bewirkte Erdfinsterniß darstellen. Bey den ringförmigen Sonnenfinsternissen aber, wobey kein eigentlicher Mondschatten auf der Erde statt findet, wird man Erdfinsternisse vom Mond aus, in der Mitte des Mondhalbschattens kaum, und eigentlich nur als eine dortige schwachdämmernde Dunkelheit, bemerken.

*) Fällt, wie zuweilen geschieht, der Mondschatten bey einer Finsterniß in den Sommermonaten, wenn der Nordpol der Erde gegen die Sonne gekehrt ist, jenseits des Pols, so geht

§. 669. Die Theorie und die Berechnung der Erscheinung einer Sonnenfinsterniß sowol allgemein für die ganze Erde als für einzelne Oerter ist wegen der sich beständig dabey einmischenden Parallaxe des Mondes viel schwerer und weitläuftiger als bey den Mondfinsternissen einzusehen und ins Werk zu richten, beydes aber wird sehr erleichtert, wenn man solche als wirkliche Erdfinsternisse vorstellt, und den Zuschauer sich über der Erde in einem dazu schicklichen Punct gedenkt, welches zu einem gewissen sehr faßlichen Entwurf der Erdfläche und des Weges vom Mondhalbschatten über dieselbe, während der bemerkten Sonnenfinsterniß führt. Es sey in Fig. 118. T der Mittelpunct der Erde BCAG; nach der Linie TCS hinaus stehe der Mittelpunct der Sonne und der Neumond in der nemlichen Ebene in L etwa 400mal näher, so wird der Durchmesser der Erde aus dem Mond L unter dem Winkel ALB = der doppelten horizontalen Parallaxe des Mondes, etwa 120 Min. und eben dieser aus der Sonne unter dem Winkel ihrer doppelten horizontalen Parallaxe bey uns gesehen. (§. 566.) Letztere trägt aber nur 17 Sec. aus (§. 562.) und daher werden Linien von A und B nach dem Mittelpunct der Sonne gezogen, sich gegen CS nur um diese wenigen Sec. neigen und bey Linien von O, P, R, H wird diese Neigung noch geringer. Hieraus folgt, daß alle Gesichtslinien von verschiedenen Puncten der Erdober-

---

hingegen die Richtung seines Laufs über die dortigen Länder von Osten nach Westen.

fläche wie Bm; Oo; Pp; CS; Rr; Hh; An; als unter sich parallel gehend und doch den Mittelpunct der Sonne treffend, anzusehen sind. MN sey ein zwischen Erde und Sonne und über AB, oder der aus der Sonne gesehenen erleuchteten Erdfläche in einer parallelen Ebene liegender Theil der Mondbahn, der als geradelinigt betrachtet wird, weil er nicht viel über 3 Grad = der doppelten Horizontalparallaxe des Mondes + zweymal den Halbmesser der Sonne und des Mondes (wie aus der Figur zu ersehen) enthalten kann; und in welchem der Mond von M nach N oder von Westen gegen Osten fortrückt.

§. 670. Der Raum der Mondbahn Lm = Ln, den die aus TB oder TA nach der Sonne gehende Parallellinien einschließen, ist dem Halbmesser der Erde gleich, weil TLB=mBL, wovon aber noch zu mehrerer Genauigkeit die Parallaxe der Sonne abgezogen wird, indem durch eine Neigung der Linie Bm oder An von $8\frac{1}{2}''$ gegen CS der Winkel LBm=LAn und folglich auch Lm oder Ln um so viel kleiner wird. Der Entwurf vom Halbmesser der Erde in der Gegend der Mondbahn ist demnach genau der horizontalen Parallaxe des Mondes, weniger der horizontalen Parallaxe der Sonne gleich. Dies hindert aber nicht die Linien Bm, TS, An als unter sich parallel fortgehend anzusehen, denn man kann sich in m, o, p, L, r, h, n und allen dazwischen liegenden Puncten den Mittelpunct der Sonne und folglich das Bild derselben gedenken, welches hier in m und n vorkommt. Steht daher der Mittelpunct

des Mondes zugleich in m, so erscheint die Sonne in B bey ihrem Aufgange (die Erde wälzt sich nach BCA um ihre Axe) zuerst central verfinstert. Kommt jener in o und p so wird auch eine centrale Sonnenfinsterniß auf der Erde in O und P gesehen. In C trifft diese zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in L ein. Braucht der Mond 2 Stunden von m bis L, so wird der Ort B die centrale Finsterniß 2 Stunden vor der ☌ sehen. Erreicht der Mond nach der ☌ den Punct r, so wird in R; kömmt er bis h, so wird in H eine centrale Finsterniß gerade um so viele Zeit nach der ☌ sich zeigen, als der Mond braucht, um Lr, Lh zurückzulegen. Ist endlich der Mittelpunct des Mondes in n angelangt, so sieht der Ort A die Sonne central verfinstert untergehen.

§. 571. Wenn auch die der Sonne und dem Neumond zugewendete Halbkugel der Erde BCA gehörig auf der durch AB gehenden Ebene nach den Regeln der orthographischen Projection entworfen wird, so gilt nach den mit CT parallel gezogenen Linien der Punct d für O; e für P; T für C; f für R; g für H; A und B liegen am äußersten Rande des Entwurfs, und behalten ihre Stellung. Es ist aber bisher nur vom Mittelpunct des Mondes und dessen Halbschatten die Rede gewesen, welches zugleich der Mittelpunct des wahren Schattens ist, dessen Halbmesser sich aus dem scheinbaren Halbmesser ☾ — Halbmesser ☉ findet. Wenn unterdessen der Mittelpunct des Mondes beym Anfang in M steht, so berührt sein östlicher Rand bereits den westlichen Rand

der Sonne, und dies bemerkt der alsdann in B aufgehende oder in die Tagseite der Erde rückende Ort zuerst: Die Berührung der entgegenstehenden Ränder geschieht in N beym Ende der Finsterniß, welche der alsdann in die Nachtseite der Erde rückende Ort A zuletzt bemerkt. Die vom Halbschatten auf der Oberfläche der Erde bewürkte verschiedene Größe der Finsterniß zu einer gewissen Zeit ist aus der Figur leicht zu erkennen. Z. B. wenn der Mond in o ist, so ist unter O die Finsterniß central; B sieht die Sonne noch etwas östlich vom Mond bedeckt, und P über halb westlich u. s. f. Dies findet sich, wenn man aus o und p den Mond beschreibt und sich L als die Sonne vorstellt; eben dies gilt für die auf AB mit op entworfenen übereinstimmenden Puncte d, e. Die Größe nN = mM bestimmt den *Halbmesser des Halbschattens, welcher nach der Figur augenscheinlich der Summe vom Halbmesser der Sonne und des Mondes gleich ist.* Es kann also niemals eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar seyn, wenn LM = LN oder der Abstand des Mondesmittelpuncts von dem Puncte der ☌ mit der Sonne in L, oder der Winkel LTM = LTN größer ist, als der *Halbmesser der Erde* = mBL (= horizontale Parallaxe ☾ — horizont. Parallaxe ☉) + *Halbmesser* ☾ + *Halbmesser* ☉.

§. 672. Bisher ist zur Erleichterung der Vorstellung angenommen worden, als wenn die Ebene der Bahn des Mondes und der Ecliptik zusammenfielen; da sich aber jene um mehr als 5 Grad gegen die Ebene

der Ecliptik neigt, so können nur diejenigen Neumonde, welche gerade im ☊ oder ☋ einfallen, oder bey welchen der Theil der Mondbahn MN genau durch die Neumonds- oder Zusammenkunftslinie TS in L geht, eine centrale Sonnenfinsterniß von der größesten Dauer in C verursachen, denn alsdann läuft der Halbschatten mitten über die Oberfläche der Erde. Je größer aber der Abstand oder die Breite des Neumondes von der Linie CS nach Norden und Süden, oder die Breite desselben ist, desto geringer ist der Theil vom Halbschatten, der an der Nord- oder Südseite auf die Erde fällt. Wenn die Mondsbreite in der ☌ die Größe Lm = Ln = horizontale Parallaxe ☾ — horizontale Parallaxe ☉ hat, berührt der Mittelpunct vom Halbschatten nur den Rand der Erde, und dann hört die Möglichkeit auf, daß eine centrale Finsterniß irgendwo auf der Erde sich zeigen kann; wenn aber diese Breite LM = LN = horizontale Parallaxe ☾ — horizontale Parallaxe ☉ + Halbmesser ☾ + Halbmesser ☉ übersteigt, so fällt der Halbschatten gänzlich außerhalb der Erde, und es ist gar keine Finsterniß möglich, wobey man sich M senkrecht über L oder der Ebene der Ecliptik gegen Norden in der Weite LM, und N eben so viel senkrecht unter L oder dieser Ebene nach Süden gedenken muß. Die größere oder geringere Breite des Mondes in ☌ richtet sich nach seinem jedesmaligen Abstand vom ☊ oder ☋ und die Fig. 119. zeigt, unter welchen Bedingungen Sonnenfinsternisse allgemein auf der Erde möglich sind.

§. 673. In dieser Figur ist AB die Ecliptik, CD

die um etwa 5° gegen dieselbe geneigte Mondbahn und in ☊ der aufsteigende Knoten derselben. In h, i, k, l und m liegt der Mittelpunct der Erde zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in verschiedenen Entfernungen vom Knoten, so daß man sich senkrecht über h, i, k, l, m den Mittelpunct der Sonne vorstellen muß, und folglich EF die jedesmal von der Sonne erleuchtete halbe Erdfläche ist, welche zur Zeit des Neumondes aus der Sonne gesehen wird. Steht nun der Neumond gerade im ☊ oder in h, so fällt der Mittelpunct seines Halbschattens (der hier in gehörigem Verhältniß gegen EF verzeichnet ist) auf den Mittelpunct des Entwurfs der Erdfläche, und es entsteht eine centrale Sonnenfinsterniß für die Mitte derselben. In i ist die Breite des Neumondes iu und der Halbschatten fällt, wenn er i in n am nächsten kömmt, noch ganz, wiewol größtentheils nur auf die nördliche Seite der Erde. Geschieht die ☌ in k, in der Entfernung hi vom ☊, so fällt schon ein Theil vom Halbschatten nordwärts außerhalb der Erde, doch aber ist noch eine centrale Sonnenfinsterniß in den nördlichen Ländern, über welche die Mondbahn und der Mittelpunct des Halbschattens weggeht, möglich, weil die Breite des Neumondes kt noch nicht den Halbmesser der Erde übersteigt. Dies erfolgt hingegen, wenn die ☌ in dem Abstand hl vom ☊ eintrifft, es fällt nur noch ein Theil vom Halbschatten auf die Nordseite der Erde, woselbst demnach eine partiale Sonnenfinsterniß sichtbar ist. Endlich bey m kann nichts mehr vom Mondhalbschatten die Erde treffen

und folglich nirgends eine Bedeckung an der Sonne sich zeigen. Da nun die größte Parallaxe des Mondes sich bis auf 61 Min. 32 Sec., dessen Halbmesser auf 16 Min. 47 Sec. und der Halbmesser der Sonne auf 16 Min. 18 Sec. erstrecken kann, so ist, die Parallaxe der Sonne 8″ gesetzt, nach voriger Anweisung $61' \; 32'' - 8'' + 16' \; 47'' + 16' \; 18'' = 1° \; 34' \; 29''$. die Größe, über welche die Breite des Neumondes nicht gehen muß, wenn sich dabey eine Erdfinsterniß zutragen soll. Hiezu gehört eine Entfernung von 18 bis 19°. vor oder nach ☊ und ☋. Die Summe der Halbmesser von Erde, Mond und Sonne ist aber zur Zeit der Erdferne um etwa 10 Min. geringer oder nur 1° 24′, und dieser Breite kömmt ein Abstand von 16 bis 17° vor und nach dem Knoten zu. Rechnet man unterdessen noch auf den ungleichen Lauf des Mondes, so lassen sich die Gränzen innerhalb welcher eine Erdfinsterniß entweder wahrscheinlich oder gewiß geschieht, auf 21 und 15 Grad Abstand des Neumondes vom Knoten festsetzen, woraus abzunehmen ist, daß Erdfinsternisse häufiger vorfallen als Mondfinsternisse, weil letztere nur 12 bis 13° von den Knoten noch möglich bleiben (§. 653.)

§. 674. Die Ursache, warum nicht alle Neumonde Erdfinsternisse mit sich bringen, ist, wie bey den Mondfinsternissen, nicht allein, weil die Mondbahn eine Neigung gegen die Ebene der Ecliptik hat, sondern auch weil der Mond nicht immer in einem und demselben Puncte des Thierkreises mit der Sonne zusammen kömmt. Der Mond kann in einer ☌ 30°, und also zu

weit vom Knoten gegen Osten entfernt seyn, mit dem er bey der zunächst vorhergehenden genau zusammen traf, und eine centrale Sonnenfinsterniß verursachte. Wiewol sich der Fall auch oft ereignet, daß zwey Neumonde nach einander partiale Erdfinsternisse mitbringen, weil nemlich der erste so weit westlich, also vor einem Knoten, und der andere östlich, also nach demselben, fallen kann, daß der Abstand die oben angegebenen Grenzen nicht überschreitet, welches bey Vollmonden nicht statt findet. Noch ist von dem Zurückgange der Knoten gegen Westen zu merken, daß auch die Sonnenfinsternisse daher nach und nach in mehr westlichen Puncten des Thierkreises vorfallen. Folgende Tafel zeigt, als ein Beyspiel, für alle Neumonde des Jahres 1777 eben das, was oben §. 655. für die Vollmonde desselben Jahres vorkömmt.

Ort des ☊ ☋.	Zeit und Ort des Neumondes ☌.		Abstand vom ☊ oder ☋ vor — nach +.	In Figur 114.	
28° ♋ ♑	9 Jan.	20° ♑	☋ — 8°	☋	A
26	8 Febr.	19 ♒	☋ + 23	☋	B
24	9 März	19 ♓	☋ + 55	☋	C
23	8 April	18 ♈	☋ + 85	☋	D
21	7 May	17 ♉	☊ — 64	☊	E
20	5 Jun.	15 ♊	☊ — 35	☊	F
18	5 Jul.	13 ♋	☊ — 5	☊	G
17	3 Aug.	11 ♌	☊ + 24	☊	H
15	2 Sept.	10 ♍	☊ + 55	☊	I
14	1 Oct.	9 ♎	☊ + 85	☊	K
12	31 Oct.	8 ♏	☋ — 64	☋	L
10	30 Nov.	8 ♐	☋ — 32	☋	M
9	29 Dec.	9 ♑	☋ — 0	☋	O

Die in dieser Tafel enthaltenen Neumonde des 1777sten Jahres sind auch in der 114ten Figur nach ihren verschiedenen Abständen vom ☊ oder ☋ vorgestellt. Der erste Neumond am 9ten Januar A fällt 8° vor dem ☋ und bringt daher nach vorigen Bedingungen eine Erdfinsterniß, wobey der Mondhalbschatten, weil die Breite des Mondes nördlich ist, die Nordseite der Erde trifft. Hierauf kommt der volle Mond a am 23sten Januar 7° nach dem ☊ und wird verfinstert. Die folgenden Neu- und Vollmonde B, b; C, c; D, d; E, e; F, f; sind alle zu weit vom ☊ oder ☋, um Finsternisse zu verursachen. Der Neumond G am 5ten Juli aber stellt sich 5° vor dem ☊ ein, und wirft den größten Theil seines Halbschattens auf die südlichen Gegenden der Erde. Der nach ihm folgende Vollmond g am 20sten Juli erleidet 11° nach ☋ eine geringe Verdunkelung vom Erdschatten. Die Neu- und Vollmonde der folgenden Monate: H, h; I, i; K, k; L, l; M, m; treffen alle wieder vom ☋ oder ☊ zu entfernt ein. Allein der auf dem Vollmonde m sich einstellende Neumond O am 29sten December, fällt gerade im ☋ und bringt daher eine centrale Erdfinsterniß mit sich.

§. 675. Die zur Berechnung einer Erdfinsterniß, sowol nach ihrer allgemeinen Erscheinung für die ganze Erde, als für einen einzelnen Ort, nöthigen Stücke, werden aus den Sonnen- und Mondtafeln genommen. Man kann vorläufig nach einer leichten Regel, wie etwa bereits in §. 656. für den Vollmond, mit Zuziehung der im §. 673. angegebenen beyläufigen Entfernung

nung des Neumondes vom ☊ oder ☋ vorkömmt, wissen, wenn ein Neumond, bey welchem eine Erdfinsterniß möglich ist, einfällt. Alsdann sucht man aus jenen Tafeln: die genaue Zeit der wahren ☌ des Mondes mit der Sonne, für den Ort der Beobachtung, da nemlich die Länge des Mondes auf die Ecliptik reducirt mit der Länge der Sonne genau übereinstimmt, und dann für diesen Zeitpunct: Die Breite des Mondes und deren stündliche Veränderung; die stündliche Bewegung, ferner den Halbmesser und die Parallaxe des Mondes und der Sonne ꝛc. Aus diesen und andern erforderlichen Angaben läßt sich alsdann der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe ꝛc. einer Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort trigonometrisch berechnen; allein dieses Unternehmen wird, wegen der vornemlich von der Parallaxe des Mondes herrührenden in verschiedenen Höhen über dem Horizont veränderlichen Unterschiede zwischen der wahren und scheinbaren ☌, der Entfernung des Mondes von der Sonne in der Länge und Breite, stündlichen Bewegung ꝛc., die aufs genaueste bekannt seyn müssen, weitläuftig. Ich will daher zuerst, und als eine Einleitung in jene Rechnung, vorstellig machen, wie man vermittelst eines Entwurfs der Erdfläche zur Zeit des Neumondes, zufolge der vorhin beygebrachten Gründe, die Wirkung der Parallaxe und damit die ganze Erscheinung einer Sonnenfinsterniß für einen jeden gegebenen Ort mit Zirkel und Lineal mechanisch bestimmen kann. Zugleich ergiebt sich nach einer solchen

Zeichnung und mit Beyhülfe einer Erdkugel, was der wahre Schatten und der Halbschatten des Mondes über die Erdfläche für einen Weg nimmt, wie und in welchen Ländern folglich die Sonnenfinsterniß sichtbar fällt ꝛc. Ich werde hier das ganze Verfahren hersetzen, und das, was zur nähern Erläuterung desselben gehört, statt aller vorläufigen Regeln da anbringen, wo mich der Vortrag darauf führt, und wähle als ein Beyspiel, die Erdfinsterniß vom 24sten Junius 1778., welche die 120ste und 121ste Figur, jene allgemein für die ganze Erde, und diese insbesondere für Berlin entworfen, vorstellt.

§. 676. Nach den Mayerschen Tafeln finden sich bey dieser Finsterniß folgende zur Verfertigung des Entwurfs nöthigen Stücke: Der Neumond oder die wahre ☌ des Mondes mit der Sonne in der Ecliptik trifft ein im 3° 3′ 59″ ♋ den 24sten Juny nach dem Berliner Meridian Nachmittags um 4 Uhr 30 Minuten 16 Secunden wahrer Zeit. Alsdann ist vom Monde: die nördliche Breite 19′ 26″; stündliche Bewegung in der Ecliptik gerechnet 37′ 36″; stündliche Zunahme der Breite 3′ 29″; Halbmesser 16′ 40″; horizontale Parallaxe 61′ 11″. Von der Sonne: stündliche Bewegung 2′ 23″; Halbmesser 15′ 47″; Parallaxe 8″; nördliche Abweichung 23° 26′; Winkel der Ecliptik mit dem Meridian 88° 40′ westlich. Hieraus wird noch berechnet: stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne = 37′ 36″ — 2′ 23″ = 35′ 13″; Halbmesser der Erde

$= 61' 11'' - 8'' = 61' 3''$; Halbmesser des Mondhalbschattens $= 16' 40'' + 15' 47'' = 32' 27''$; des wahren Schattens $= 16' 40'' - 15' 47'' = 0' 53''$ (der Mond kann also, weil sein scheinbarer Durchmesser größer ist, bey dieser Finsterniß die Sonne total bedecken. §. 667.). Zufolge dieser Angaben ist die 120ste Fig. nach dem angenommenen verjüngten Maaßstab K von 60 Minuten oder einem Grad am Himmel, entworfen, dieser Maaßstab muß übrigens wenigstens 8 Zoll lang seyn, um vermittelst einer größern Construction die Zeit des Anfangs, Mittels ꝛc. bis auf eine Minute genau zu finden, und ein solcher ist bey den folgenden Angaben angewandt.

§. 677. Man nehme demnach von dem Maaßstab K 61′ 3″ als dem Halbmesser der Erde und beschreibe damit Figur 120. aus C den Kreis DMER; dieser begränzt die aus der Sonne jedesmal sichtbare oder von derselben erleuchtete Erdfläche, weil die Sonne in der Zusammenkunftslinie mit dem Monde, also senkrecht über dem Mittelpunct C ihren Stand hat. Der großen Entfernung der Sonne wegen, gehen aber alle von dieser Ebene nach ihrem Mittelpunct gezogene Linien unter sich parallel, und daher muß man sich nicht allein senkrecht über C sondern zugleich über einen jeden Punct dieser Erdscheibe den Mittelpunct der Sonne gedenken. Das Auge betrachtet hier die Erde zur Zeit des Neumondes senkrecht über C in einer Entfernung, die der Weite des Mondes von uns gleich ist, woselbst bereits die Erdkugel als eine Scheibe erscheinen wird, oder man kann sich auch nach der 118ten Figur vor-

stellen, daß alle auf der Oberfläche der Halbkugel BCA aus verschiedenen Puncten der Mond- und Sonnenbahn gezogene unter sich parallele Linien auf eine durch den Mittelpunct der Erde gehende Ebene senkrecht gezogen, daselbst die nemlichen Puncte bemerken, und so wird in Figur 120. auch die Lage der Ecliptik für die Zeit der Finsterniß auf der Erdfläche entworfen. DCE ist ein Theil derselben und C der Punct, in welchem die Sonne in ☌ mit dem Monde steht, oder der wahre Neumond eintrifft. Da man hiebey die Erde vor und die Sonne hinter sich hat, so bezeichnet D Westen und E Osten. LCI senkrecht auf DCE ist ein Breitenkreis, nach L der Nord- und nach I der Südpol der Ecliptik. Man trage die nördliche Breite des Neumondes 19′ 26″ von C nach o und die stündliche Zunahme derselben 3′ 29″ von o aufwärts bis n, ziehe alsdann an n auf LI senkrecht eine Linie gegen Osten, wohin der Mond sich bewegt, und trage die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne in der Ecliptik gerechnet 35′ 13″, (da die Sonne hiebey in C in Ruhe gesetzt wird) von n aus bis zu dem Punct p der vorigen Linie. Alsdann ist die durch o und p gezogene und an beyden Seiten verlängerte Linie AB die wahre relative Mondbahn in ihrer richtigen Lage gegen die Ecliptik. In o trifft die ☌ ☾ ☉ in der Ecliptik um 4 Uhr 30′ nach dem Berliner Meridian ein, folglich steht der Mond in p eine Stunde später, also um 5 Uhr 30′, trägt man daher o p, so oft es auf der Mondbahn angeht, von o nach A und B fort, so zeigt sich der Ort des Mondes von Stunde

zu Stunde; eine jede Stunde wird alsdann in 60 Minuten und so die ganze Mondbahn in Zeit eingetheilt, welches in der Figur nur von 30 zu 30 Minuten geschehen ist.

§. 678. Ist nun der Mond in A, so kann sein Halbschatten, welcher aus diesem Punct mit dem Halbmesser von 32′ 27″ beschrieben worden, die Erdoberfläche zuerst in r treffen, oder beschreibt man aus r die Sonne und aus A den Mond mit ihren zugehörigen Halbmessern, so werden sich beyde anfangen zu berühren, und da geht die Erdfinsterniß an, wenn Berlin 1 Uhr 52 Min. Nachmittag zählt. In e tritt der Mittelpunct des Halbschattens oder der wahre Mondschatten in den Rand der Erdfläche, wenn es zu Berlin 2 Uhr 49 Minuten ist, und alsdann fängt die totale Finsterniß irgendwo auf der Erde an. Man kann sich hiebey Sonne und Mond aus e beschrieben vorstellen. Läßt man von C auf AB ein Perpendicul Cd fallen, so ist in d das Mittel der ganzen Finsterniß um 4 Uhr 27 Minuten, und der Mittelpunct des Mondes steht dem Mittelpunct der Sonne am nächsten. Die Tangente des Winkels dCo, den das Perpendicul Cd mit dem Breitencircul Co, oder die Mondbahn mit der Ecliptik macht, findet sich, da dCo = npo ist, durch $\frac{on}{np} = 5° 39'$ und Co . Cos. dCo = Cd = 19′ 20″ = die kürzeste Entfernung der Mittelpuncte. Die Figur zeigt den aus d beschriebenen Halbschatten des Mondes für diese Zeit. Kommt der Mittelpunct des Halbschattens bis in h, so ver-

läßt er den Rand der Erdfläche oder den in h entworfenen Mittelpunct der Sonne, und damit ist das Ende der totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde um 6 Uhr 5 Min. Erreicht endlich der Mittelpunct des Halbschattens den Punct B, oder berühren sich Mond und Sonne aus B und t beschrieben zuletzt, so rückt sein westlicher Rand bey t gänzlich aus der Erdfläche und macht das völige Ende der Finsterniß um 7 Uhr 2 Minuten. Die Verweilung des Mittelpuncts vom Halbschatten auf der Erdfläche, oder die Dauer der totalen Finsterniß ist demnach 3 Stunden 16 Min.; der ganzen Finsterniß aber 5 Stunden 10 Minuten. Alles dieses hätte man auch durch eine leichte trigonometrische Rechnung wie bey den Mondfinsternissen (§. 661.) bis auf Secunden genau finden können, und bis dahin ist überhaupt der Entwurf einer Erdfinsterniß dem von einer Mondfinsterniß völlig ähnlich. Die Figur zeigt auch noch, daß bey dieser Finsterniß alle zwischen den Linien fg und ik liegende oder durch die Umdrehung der Erde während der Finsternß dahin kommende Länder, beschattet werden. Hiebey muß aber die Halbkugel der Erde nach der sogenannten orthographischen Projection, wobey alle Meridiane und die Parallele des Aequators nach dem Sinus ihrer Entfernung vom Mittelpunct C hintreffen und als halbe Ellipsen erscheinen, entworfen werden. Unter der Mondbahn eh wird die Sonne total, zu beyden Seiten dieser Linie aber partial und mit dem weitern Abstande immer weniger verfinstert. Unter fg und ik berühren sich nur die Ränder der Sonne und des Mondes, und

über diesen Grenzen nach Norden oder Süden hinaus ist nichts von einer Sonnenfinsterniß zu bemerken.

§. 679. Soll aber auch bestimmt werden, was vornehmlich r, e, d, h, t für Oerter auf der Erde sind, welche der Halbschatten und wahre Schatten beym Anfang, Mittel und Ende der Finsterniß trifft, so muß zuerst der Universal-Meridian MR, worin die Sonne steht, unter obigen Winkel mit der Ecliptik 88° 40′ = DCM westwärts gezogen werden *). Da die Sonne nördliche Abweichung hat, so ist der Nordpol auf CM der Sonne zugewendet, und liegt in einem Abstand von C, = dem Complement ihrer Abweichung 66° 34′; der Aequator geht daher von C nach Süden um die Größe der Abweichung der Sonne = 23° 26′ unter einem rechten Winkel durch den Meridian. Der Maaßstab P = dem Erdhalbmesser CD, ist für diesen orthographischen Entwurf, nach den Sinussen der Bogen von a gegen b getheilt. Werden also davon 66° 34′ von C nordwärts getragen, so fällt der Nordpol in P, und 23° 26′ von C südwärts der Punct des Meridians, durch welchem der Aequator 6, 12, 6 als eine halbe Ellipse geht, die sowol die Lage aller seiner Parallelen, als die Richtung der Umwälzung der Erdkugel von D durch W nach E andeutet. Alle übrige Meridiane lassen sich dann als Ellipsen, die vom Pol P aus durch den Aequator etwa von 10 zu 10 Grad gehen, gedenken. D zählt 6 Uhr Morgens, unter

*) Vom ♋ durch ♎ zum ♑ liegt dieser Winkel westwärts und vom ♑ durch ♈ zum ♋ ostwärts.

MCWR ist 12 Uhr Mittag, und bey E 6 Uhr Abend. Ein jeder bey der Umdrehung der Erde unter C durchgehender Ort hat die Sonne im Zenith.

§. 680. Man erhebe hierauf den Nordpol einer künstlichen Erdkugel nach der Abweichung der Sonne, 23° 26′ über dem Horizont, so zeigt sich die von der im Zenith desselben stehenden Sonne jedesmal erleuchtete Halbkugel. Stelle Berlin unter den Meridian und den Zeiger auf 1 Uhr 52′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß in A, drehe alsdann den Globus herum, bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt ein Ort unter C $23\frac{1}{2}$° vom Aequator, welcher die Sonne im Zenith hat, und zugleich wird die Erde in r vom Halbschatten des Mondes zuerst berührt. Zählt man nun den Bogen Mr = 83°, vom Meridian im Norden gegen Westen herum am Horizont des Globus, so findet sich, daß der Ort r, welcher den Anfang der Finsterniß bey Sonnen-Aufgang bemerkt, im Südmeer bey den mexicanischen Küsten etwa unter dem 270° der Länge und 7° nördlicher Breite liegt. Wird abermal Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf 2 Uhr 49 Nachm. gestellt, hierauf der Globus umgedreht bis der Zeiger Mittag weiset, so giebt Me = 76° am Horizont von Norden gegen Westen gezählt, den Ort e auf der Kugel, welcher eben in die Taghalbkugel tritt, und also die Sonne des Morgens total verfinstert aufgehen sieht, westlich unter Californien im Südmeer unter dem 253° der Länge und 13° nördlicher Breite. Um den Ort d, wo die Sonne gerade zur Zeit des Mittels der Finsterniß total verdunkelt erscheint, zu

finden, wird Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf 4 Uhr 27', gestellt, hierauf die Kugel umgedreht, bis jener 12 Uhr Mittag angiebt, so hat der Globus mit der alsdann erleuchteten Halbkugel der Erde eine ähnliche Stellung. Dann wird am Zenith desselben der gewöhnliche Höhenquadrant befestigt, solcher von Norden nach Westen am Horizont um MI = $4\frac{1}{2}°$ geschoben, die Weite Cd auf dem Maaßstab P gemessen, und so viele Grade solcher angiebt, vom Zenith der Kugel, am Höhenquadranten herab gezählt, so zeigt sich der Ort d unter dem 322° der Länge und 43° nördlicher Breite, im Ocean unterhalb Cap Breton in Nordamerika. Auf eine ähnliche Art lassen sich auch die Oerter finden, welche um III, IV, V und VI Uhr unter dem Mittelpunct des Halbschattens liegen.

§. 681. Um zugleich zu erfahren, wie weit sich im Mittel der Finsterniß der Halbschatten gegen Norden und Süden erstreckt, nehme man Cz von dem Maaßstab P und zähle die Grade am Höhenquadranten vom Zenith nach Norden hinunter, so findet sich beyläufig der 80ste Grad nördlicher Breite als die äußerste nördliche Gränze, und eben so giebt CS auf P gemessen und am Höhenquadranten nach Süden gezählt den 12ten Grad nördlicher Breite für die südlichste Gränze des Halbschattens an. Wird ferner Berlin abermal unter den Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 5' gesetzt, hierauf der Globus umgewälzt, bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt um den Bogen Mh = 67° am Horizont, von Norden nach

Osten herum, der Ort h, welchem die Sonne total verfinstert untergeht, unter dem 39° der Länge und 21° nördlicher Breite, in der großen afrikanischen Wüste. Endlich, wenn Berlin nochmals unter den Meridian und der Zeiger auf 7 Uhr 2′ gesetzt und dann durch die Umwälzung der Kugel der Zeiger auf 12 Uhr Mittag gebracht wird, so bestimmt der Bogen Mt = 74° am Horizont gerechnet, den Ort t auf der Kugel, wo das Ende der Finsterniß gerade bey Sonnen-Untergang erfolgt, unterm 22° der Länge und 15° nördlicher Breite in Afrika nördlich über der Goldküste. Hieraus läßt sich schon, mit Zuziehung des Globus, beurtheilen, daß der Mittelpunct des Halbschattens, oder der wahre Mondschatten, vom stillen Ocean, über Neuspanien, Florida, Neuengland ꝛc., in Nordamerika, dem atlantischen Ocean und einem Theil des nördlichen Afrika gehe, wo also die Sonne total verfinstert erscheint; daß aber in dem nördlichen und mittlern Amerika, in Europa und dem westlichen Afrika die Finsterniß partial sich zeigen werde *).

---

*) Läßt man sich von Holz eine aus drey viereckigten, rechtwinklicht zusammengesetzten Stäben eine Vorrichtung, wie

c d
f e
a b

a f c d e b machen, deren innere Weite a b genau den Durchmesser des Globus gleich ist, setzt diese senkrecht auf dem hölzernen Horizont des nach der vorigen Beschreibung für diese Finsterniß gestellten Globus, so daß a und b genau den 76sten Grad vom Meridian in Norden gegen Westen und den 67sten Grad von Norden nach Osten, als die Puncte des Anfangs und Endes der Finsterniß auf der Erdoberfläche berühren, so hat die Linie c d die Lage der

§. 682. In den mehresten Fällen wird es hinreichend genau seyn, die Oerter, wo im Allgemeinen der Anfang und das Ende der Finsterniß sich auf der Erde zeigt, vermittelst der Projection und eines Erdglobus, wie bis jetzt gelehrt worden, mechanisch, also beyläufig zu finden; doch lassen sich dieselben auch durch eine leichte *trigonometrische* Rechnung noch genauer bestimmen. Man ziehe z. B. aus dem Nordpol P den Bogen Pr zu dem Ort r, welcher den Anfang der Finsterniß bey Sonnenaufgang sieht, so ist in dem sphärischen bey M rechtwinklichten Dreyeck rMP, rP der Abstand r vom Nordpol = dem Complement seiner Breite; MPr der Stundenwinkel von r von Mitternacht M an gerechnet. Beyde Stücke lassen sich folgendermaßen finden: MP ist gleich der Abweichung der Sonne 23° 26′, und Mr wird gefunden, wenn rI be-

---

Mondbahn. Sieht man von derselben senkrecht auf den Globus hinab, so geht dieselbe über alle Oerter, die diese Finsterniß total beobachten, so wie dieselben durch die Umdrehung des Globus und des Fortrückens des Mittelpuncts vom Mondhalbschatten, nach der vorigen Anweisung unterhalb derselben durchgehen. Man kann nun bey c und d die Zeit des totalen Anfangs und Endes setzen und hiernach die Mondbahn fe in Zeit eintheilen. Verfertigt man ferner eine pappene Scheibe, deren Halbmesser sich zum Halbmesser des Globus wie der Halbmesser des Mondhalbschattens zum Halbmesser der Erde verhält, legt solche horizontal, und schiebt deren Mittelpunct, längs fe gehörig, fort, so ergiebt sich, senkrecht von derselben auf den Globus hinab gesehen, wenn und wo auf der Erde die Finsterniß zuerst anfängt und zuletzt aufhört, welche Oerter unter c und d die Sonne total verfinstert auf- oder untergehen sehen, welche Länder vom Mondhalbschatten bedeckt werden, und welche nichts von dieser Finsterniß bemerken.

kannt geworden: Nemlich, in dem ebenen an d recht-winklichten Dreyeck A d C, ist Sinus d A C = $\frac{dC}{AC}$ = $\frac{19' \, 19''}{93' \, 30''}$ *) = 0,2060 = 11° 55′ und 90° — d A C = d C A = I r = 78° 5′; ferner d C o = 5° 38′ = I L und M C L = 1° 20′ = M L. Also 5° 38′ — 1° 20′ = d C P = 4° 18′ + 78° 5′ = 82° 23′ = *M r.* Dann ist Cos. r M . Cos. P M = Cos. r P = 83° 1′ und 90° — 83° 1′ = 6° 59′ die nördliche Breite von r. Ferner $\frac{\text{Sin. } rM}{\text{Sin. } rP}$ = Sin. M P r

= 86° 57′ = 5 Uhr 48′ Morg. zählt r
Berlin 1 — 52 Nachm.

r liegt also von Berlin 8 St. 4′ = 121° 0′ westl.
Länge von Berlin . . 31. 2
89° 58′ also

360° — 89° 58′ = 270° 2′. Länge von r.

Auf eine ganz ähnliche Art wird die geographische Lage der andern Oerter e, h und t herausgebracht. Zieht man für den Ort d einen Bogen von P nach d, so entsteht das sphärische Dreyeck d P C, welches in zwey rechtwinklichte (§. 52.) zerfällt wird. C P = 66° 34′ und d C P = 4° 18′ sind bekannt, und der Sinus von C d ergiebt sich durch $\frac{dC}{Cl}$ = $\frac{19' \, 19''}{61' \, 3''}$ = 0,31640 = 18° 27′

Dann ist: Tang. C d . Cos. d C P = Tang. x
C P — x = y

*) A C ist = der Summe der Halbmesser von der Erde und des Mondshalbschattens.

Cof. x : Cof. C d = Cof. y : Cof. d P; dies giebt Compl. der geogr. Breite von d 48° 11′ und damit die geogr. Breite selbst 41° 49′ nördlich. Ferner Tang. y Cof. d P = Cof. d P C = den Stundenwinkel 1° 58′ = 0 St. 8″ vor Mittag; also zählt d 11 Uhr 52′ Morg., Berlin alsdann 4 U. 27′ Ab., daher liegt d 4 St. 35′ = 68° 45′ westlich.

Länge von Berlin $\frac{31 \quad 2}{37 \; 43}$; demnach 360° − 37° 43′ = 322° 17′ geogr. Länge von d, wo gerade zur Zeit des Mittels der Finsterniß die Sonne total verfinstert erscheint.

§. 683. Die Größe des Raums, den der Halb- und wahre Mondschatten zur Zeit des Mittels der Erdfinsterniß in d auf der Oberfläche der Erde einnimmt, läßt sich folgendermaßen beyläufig finden. Man nehme C S und C d vom Maaßstab P, addire beyde zusammen, so kömmt der südliche Halbmesser des Halbschattens d S im Bogen der Erdkugel; wird ferner C z auf P gemessen und hievon C d subtrahirt, so ergiebt sich der nördliche Halbmesser d z im Bogen; endlich findet sich der westliche oder östliche, wenn man d q auf P gemessen, mit dem Cosinus des Bogens C d multiplicirt. Diesemnach beträgt d S 18° + 12° = 30° . 15 = 450 Meilen, d z 57° — 18° = 39° . 15 = 585 Meilen, und d q = 32° . Cof. 18° = 30° . 15 = 450 Meilen, woraus sich findet, daß die nördliche Hälfte des Halbschattens sich um 135 Meilen weiter als der südliche erstrecke. Es wird folglich zur Zeit des Mittels der Finsterniß ein ovaler Raum der Erdfläche von des Mondes Halbschatten bedeckt, dessen Größe von Norden

nach Süden 1035 und von Osten nach Westen 900 Meilen austrägt. Der wahre Mondschatten breitet sich aber nur über einen geringen Theil der Erdfläche aus; und um bey dieser Finsterniß seinen Halbmesser in d zu finden, dessen Breite zu beyden Seiten der Mondbahn = 57″ ist, wird Cd — 57 Secunden (vom Maaßstab K), auf P gemessen, $17\frac{1}{2}°$ betragen; und da Cd genau $18\frac{1}{2}°$ austrägt, so kommt der Halbmesser des wahren Schattens, der hier als kreisförmig zu betrachten ist (weil der Mittelpunct d noch ziemlich nahe bey C fällt), auf 1° oder 15 Meilen. Der Schattenfleck ist also etwa 30 Meilen breit. Je weiter sonst d von C fällt, um desto länglichter wird der wahre so wie der Halbschatten.

§. 684. Um nun auch die Zeit und Größe dieser Sonnenfinsterniß für **Berlin** zu finden, wird die Abweichung der Sonne 23° 26′ zur Polhöhe dieser Stadt 52° $31\frac{1}{2}'$ nördlich addirt und davon subtrahirt. Man nimmt hierauf die Summe 75° $57\frac{1}{2}'$ von dem Maßstab P, trägt solche von C nach w, und die Differenz 29° $5\frac{1}{2}'$ von C nach XII. Letztere ist die Entfernung der Sonne am 24. Juny zu Mittage vom Berliner Zenith, und erstere zu Mitternacht vom Berliner Nadir, oder das Complement der Sonnentiefe unterm Horizont in Norden. Man trägt ferner die Berliner Polhöhe, auf P genommen, von C nach x. Zieht ba durch x auf MR senkrecht; theilt XII. w in die Hälfte in m, zieht durch m eine Linie VI. VI. parallel mit ba, und macht VI. VI = ba, so ist VI. VI. die große, und XII. w die

kleine Axe einer Ellipse auf der Erdoberfläche, welche Berlin, in einem dem Monde gleichen Abstande, senkrecht über C betrachtet, bey der Umwälzung der Erdkugel von D nach E zu beschreiben scheint. Um diese Ellipse zu verzeichnen und in Stunden einzutheilen, wird aus m mit dem Halbmesser m VI. der halbe Kreis VI. y VI. und mit m XII. der kleinere beschrieben, und beyde werden in 12 Theile getheilt. Hierauf bemerken Linien, die aus dem erstern senkrecht auf VI. m VI. gezogen, da, wo sie von andern durch die Theilungspuncte des letztern senkrecht auf XII. stehenden Linien durchschnitten werden, die Puncte für die Stunden, welche zusammengezogen, die halbe Ellipse VI. XII. VI. formiren. Auf gleiche Art läßt sich auch die andere Hälfte VI w VI entwerfen. Die Stunden zur Linken sind Morgen- und zur Rechten Abendstunden. In XII kömmt Berlin um Mittage in der sichtbaren und in w um Mitternacht in der unsichtbaren oder Nachtseite der Erdkugel. Die Sonne geht zu Berlin auf, wenn diese Stadt zur Linken in das erleuchtete Hemisphär der Erde kommt, und unter, wenn sie zur Rechten aus demselben rückt. Der Bogen des Meridians C. XII. auf P gemessen ist der südliche Abstand der Sonne bey ihrer Culmination vom Berliner Zenith, und so sind auch Linien von C nach einer jeden Stunde der diesseitigen Halbkugel gezogen, Verticalkreise, und bestimmen auf dem nemlichen Maaßstab die jedesmalige Weite der Sonne vom Zenith und zugleich den Winkel, den der Universal-Meridian, worin die Sonne steht, mit dem durch Berlin gehenden Verticalkreis derselben

nordwärts macht *). Nach dieser Constructionsart sind diese Linien die Sinusse der ihnen zugehörigen Bogen, auf P gemessen. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes richtet sich nach dem Sinus seines Abstandes vom Zenith (§. 243). Der Halbmesser CE ist die Größe der horizontalen Parallaxe, und der Mond ist zur Zeit einer Finsterniß nahe bey der Sonne, daher geben Linien von C nach einer jeden Stunde gezogen, und auf K gemessen, auch die jedesmalige Höhenparallaxe des Mondes mit einer hier hinlänglichen Genauigkeit an **).

§. 685. Man könnte nun correspondirende Zeitpuncte auf der Mondbahn AB und der östlichen Seite des Berliner Parallelkreises suchen, weil die ☌ nach Mittage geschieht, und aus jenen den Mond, aus diesen aber die Sonne beschreiben, so ließe sich der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe der scheinbaren Bedeckung der Sonne vom Monde finden. Unterdessen würde die Figur dadurch zu sehr angefüllt werden, und dann stellte sie alles umgekehrt vor, weil der Zuschauer außerhalb der Erde gesetzt wird. Deswegen ist

*) Das Supplement des Winkels zu 180 Grad den zu jeder Stunde dieser Verticalkreis der Sonne mit dem durch den Pol gehenden Berliner Meridian macht, bestimmt das Azimuth der Sonne.

**) Lambert lehrt im 2ten Theil 2ten Abschnitt seiner Beyträge, 8. Berlin 1770, eine sehr vortheilhafte Entwerfungsmethode der Sonnenfinsternisse, wobey statt der Ellipsen mit weit mehr Bequemlichkeit durchaus Kreisbogen vorkommen.

ist es besser, die Erscheinung, wie sie am Firmament gegen den Berliner Horizont vorgeht, aus dem allgemeinen Entwurf Fig. 120. genommen, besonders zu verzeichnen und dazu einerley Maaßstab zu nehmen, wie in der 121sten Fig. geschehen, weil sich alsdann die Wirkung der Parallaxe des Mondes sehr deutlich ergiebt. Demnach ist C der Mittelpunct der Sonne; nach E Osten und nach D Westen. HL ein um 4 Uhr 30′ durch diesen Mittelpunct senkrecht gehender Verticalkreis, gegen welchen (nach Figur 120.) der Meridian der Sonne einen Winkel von 42° westwärts macht. Es kann also der Meridian PS gezogen werden. Mit demselben macht die Ecliptik westlich oder rechter Hand einen Winkel von 88° 40′, daher läßt sich auch diese Sonnenbahn DE in ihrer schrägen Lage am westlichen Himmel ziehen. Auf eine ähnliche Art wird sich die wahre Mondbahn AB (aus der 120sten Fig.) entwerfen und in Zeit eintheilen lassen. Bey IV Uhr 30′ ist die wahre ☌ ☾ ☉ in der Ecliptik in der Länge und in n die nächste Zusammenkunft in der Breite. Hätte nun der Mond keine Parallaxe, so würde hier sein Mittelpunct dem nördlichen Sonnenrande vorbey gehen, und ein südlicher Theil des Mondes einen nördlichen der Sonne bedecken. So aber wird der Mond um die Größe seiner Höhenparallaxe am Himmel, in einem jeden Verticalkreis niedriger gesehen. Von dem Punct der Mondbahn AB nemlich IV Uhr 30′ wird eine Verticallinie parallel mit HL heruntergezogen und da um V Uhr 30′ der Winkel des Meridians mit HL sich für diese Zeichnung unmerklich verändert hat; so wird auch

von V Uhr 30′ der Mondbahn, eine Verticallinie mit HL parallel heruntergezogen. Um VI Uhr 30′ ist jener Winkel (zufolge der 120sten Figur) nur 40°, und daher wird IK für diese Zeit der Verticalkreis, mit welchem, aus der Mondbahn von VI Uhr 30′ an unterwärts ein anderer parallel gezogen wird.

§. 686. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes für eine jede dieser drey Zeitmomente wird aus der 120sten Fig. von C aus bis dahin, wo selbige in der Berliner Ellipse bemerkt sind, genommen, und in der 121sten Figur von der wahren Mondbahn in den gezogenen Verticallinien herunter getragen, so ergeben sich drey scheinbare Oerter des Mondes und durch diese läßt sich diejenige Bahn, in welcher der Mond zu Berlin vor der Sonne vorüber zu gehen scheint, nemlich GM ziehen, welche also niedriger als die Sonnenbahn liegt. Auf dieser haben nicht nur die Stunden einen ungleichen Zwischenraum, sondern sie ist auch selbst, genau betrachtet, keine gerade Linie, und das erstere wenigstens ergiebt sich schon aus dieser kleinen Figur. Ist nun der scheinbare Mittelpunct des Mondes in a, so fängt sein Rand an die Sonne bey r fast unterhalb zu berühren, und macht den Anfang der Sonnenfinsterniß zu Berlin um 4 Uhr 45′. In m ist die nächste scheinbare ☌ um 5 Uhr 31′ und zugleich die größte Verfinsterung am untern Theil der Sonne zur Linken, welche $4\frac{2}{3}$ Zoll vom Sonnendurchmesser austrägt. Gelangt endlich der Mittelpunct nach b, so verläßt der westliche Rand des Mondes den östlichen Sonnenrand bey t um 6 Uhr 14′, womit sich die Fin-

sterniß endigt; ihre Dauer war also zu Berlin 1 St. 29 Min. Um noch den aus der Höhenparallaxe des Mondes entstehenden Unterschied seines wahren und scheinbaren Ortes nach Länge und Breite ꝛc. aus der Figur zu erkennen, will ich den Punct b für den Austritt wählen. In b wird der Mond, wenn er zu Berlin die Sonne verläßt, gesehen, dies ist folglich sein scheinbarer Ort, in d wird er zu gleicher Zeit in seiner wahren Bahn aus dem Mittelpunct der Erde beobachtet stehen, cE ist alsdann seine wahre Entfernung von der Sonne in der Länge, Ed seine wahre Breite nördlich; ce ist nun hingegen sein scheinbarer Abstand von der Sonne in der Ecliptik und eb seine scheinbare Breite, südlich. Folglich verursacht hier die Höhenparallaxe db eine Parallaxe in der Länge = eE und in der Breite = Ed + eb, deren Anzahl Minuten sich auf dem Maaßstab K ausmessen lassen. Die wahre ☌ geht hiernach der scheinbaren vor, welches allemal am westlichen Himmel, so wie am östlichen das Gegentheil, statt findet.

§. 687. Als eine allgemeine Anweisung zur trigonometrischen Berechnung des Anfanges, Mittels, Endes, der Größe ꝛc. einer Erdfinsterniß, wähle ich zuerst die von Tobias Mayer in Vorschlag gebrachte Methode *). Es wird nemlich vorausgesetzt, daß die Zeit derselben etwa wie vorhin, durch eine Construc-

*) Siehe dessen Opera inedita Vol. I. Methodus facilis et accurata computandi eclipses solares in dato loco conspicuas.

tion beyläufig bekannt geworden. Man berechnet alsdann 1) für drey Zeitmomente, die in gleichen Entfernungen von einander liegen, und der Zeit des Anfangs, Mittels und Endes der Finsterniß am nächsten kommen, aus den Tafeln nach aller Schärfe, sowol für die Sonne als den Mond: die wahre Länge, Breite, horizontalen Halbmesser und Aequatorialparallaxe. 2) Für die angenommenen Zeitmomente sucht man mit einer hier hinreichenden Genauigkeit, also etwa nur auf einer künstlichen Himmelskugel, die Höhe des Mondes über dem Horizont, blos um aus dessen horizontalen Durchmesser den vergrößerten Höhendurchmesser zu bestimmen (§. 484). 3) Wegen der sphäroidischen Gestalt der Erde muß eine Reduction der Polhöhe und der horizontalen Aequator-Mondparallaxe für den Horizont des Orts der Beobachtung angewendet werden *). 4) Für jene drey Zeitmomente braucht man nun unter der reducirten Polhöhe, die Länge und Höhe des 90sten Grades der Ecliptik; man nimmt solche entweder aus bereits darüber vorhandenen Tafeln, oder berechnet sie, wenn vorher noch der

*) Ueber diese Verbesserung der Polhöhe, S. §. 273, 288 u. 289, die bey der sphäroidischen Erde vorkommende Verminderung der Aequator-Horizontalparallaxe des Mondes (§. 273.) ergiebt sich aus dem Product derselben in der Abplattung der Erde und dem Quadrat vom Sinus der geographischen Breite des Orts der Beobachtung. Oder die Reduction der Horizontalparallaxe unterm Aequator auf die Horizontale jedes Orts läßt sich auch nach der Anweisung im §. 550. leicht finden.

Winkel der Ecliptik mit dem Meridian aus den Sonnentafeln oder die gerade Aufsteigung der Sonne bekannt ist, nach der Anweisung im 206 §. nur bis in Minuten *), indem die Weglassung der Secunden nur selten einen Fehler von einer Secunde in der Parallaxe verursachen würde.

§. 688. Hierauf berechnet man 5) für die angenommenen Zeiten, wie viel die Höhenparallaxe die wahre aus den Tafeln gefundene Länge und Breite des Mondes verändert; hiezu giebt Mayer folgende Formel: Es sey der Unterschied der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne an dem Ort der Beobachtung $= \pi$, die Höhe des 90sten Grades $=$ A, der wahre Abstand des Mondes vom 90sten Grad $=$ b, die wahre Breite des Mondes $=$ a. Der Sinus von einer Secunde $=$ s (dessen Log. 4.685575).

So ist: Parallaxe der Länge

$$= \pi . \text{Sin. A . Sin. b} + s . \pi^2 \text{ Sin. A}^2 . \text{Sin. b. Cos. b}$$

und Parallaxe der Breite

$$= \pi \text{ Cos. A} \mp \pi \text{ Sin. A Sin. a Cos. b} \pm s . \pi^2 . \text{ Sin. A . Cos. A . Cos. b.}$$

*) Es sey die reducirte Polhöhe $= \varphi$, die Schiefe der Ecliptik $= \alpha$, die gerade Aufsteigung des culminirenden Puncts des Aequators (Mitte des Himmels) $= \mu$, so ist nach Mayer: Tang. $\omega = \frac{\text{Tang. } \varphi}{\text{Sin. } \mu}$; und dann: Tang. der Länge des 90sten Grades $= \frac{\text{Tang. } \mu \text{ Cos. } (\omega - \alpha)}{\text{Cos. } \omega}$ und Cos. der Höhe des 90sten Grades A $= \frac{\text{Sin. } \varphi \text{ Sin. } (\omega - \alpha)}{\text{Sin. } \omega}$.

6) Die hiedurch gefundene Parallaxe der Länge des Mondes wird von der wahren Länge desselben für alle drey Zeitmomente subtrahirt, wenn der Mond an der westlichen und dazu addirt, wenn er an der östlichen Seite des 90sten Grades steht, und man erhält: die scheinbare Länge des Mondes und damit den scheinbaren Abstand desselben von der Sonne. Die Parallaxe der Breite wird, so lange der 90ste Grad südwärts vom Zenith steht, allemal von der wahren Breite südwärts gerechnet, und so ergiebt sich die scheinbare Mondsbreite *). Folgende Tafel zeigt für die obige Erdfinsterniß vom 24sten Jun. 1778 die nach den bisherigen Regeln gefundenen Hauptstücke der Berechnung, aus welchen sich nachher die noch weiter erforderlichen ergeben werden.

---

*) Die nördliche wahre Mondsbreite wird also um diese Parallaxe der Breite verringert und die südliche vergrößert. Erscheint hingegen der 90ste Grad nordwärts vom Zenith, wie dies in den Tropen-Ländern oder zwischen den Wendekreisen nicht selten der Fall seyn kann, so findet das Gegentheil statt.

§. 689. Den 24. Juni 1778 Nachmittag zu Berlin.

	4 Uhr 40 Min.	5 Uhr 30 Min.	6 Uhr 20 Min.
Wahre Länge der Sonne	3 Z. 3° 4' 27"	3 Z. 3° 6' 26"	3 Z. 3° 8' 25"
— — des Mondes	3 3 10 5	3 3 41 25	3 4 12 44
Wahre Br. des ☾ nördl.	20 0	22 54	25 48
Halbmesser der Sonne	15 47	15 47	15 47
Hor. Parall. ☾ unt. Aeq.	61 11	61 11	61 10
Horiz. Halbm. des ☾.	16 40	16 40	16 40
Höhe des ☾, ohngefähr	31°	25°	18°
Vergrößer. d. Halbm. ☾	9", 5	8"	6"
Sch. Hlbm. ☾ i. d. Höhe	16' 49, 5	16 48	16 46
Sum. der Hlbm. ☾ + ⊙	32 36, 5	32 35	32 33
Polhöhe von Berlin	52° 31' 30"	52° 31' 30"	52° 31' 30"
Verb. ders. (Abpl $\frac{1}{200}$)*)	— 16 33	— 16 33	— 16 33
reducirte Polhöhe = φ	52 14 57	52 14 57	52 14 57
Verbesser. der Parallaxe	— 11	— 11	— 11
Horiz. Parall. ☾ z. Berl.	61 0	61 0	60 59
Wstl. Abst. ⊙ v. Merid.	70° 0' 0"	82° 30' 0	95° 0 0
Gerade Aufsteig. der ⊙	93 21 4	93 23 13	93 25 21
also gerade Aufsteig. der Mitte d. Himmels = μ	163 21 4	175 53 13	188 25 21
Länge d. 90sten Grad.	4 Z. 20° 58'	4 Z. 29 51	5 Z. 8° 58
Höhe — — — = A	49 3	44 57	40 27
Schiefe d. Ecl. 23° 28' 6"			
Wahr. Abst. des ☾ vom 90sten Grad westl. = b	47° 47' 55"	56° 9' 35"	64° 45' 16"
Horizont. Parallaxe ⊙	8	8	8
Parll. ☾ - Parll. ⊙ = π	60 52	60 52	60 51
Parll. der Länge des ☾	— 34 21	— 35 58	— 35 52
Parallaxe der Breite ☾	40 4	43 13	46 25
Folglich scheinb. Länge ☾	3 Z. 2° 35' 44"	3 Z. 3° 5' 27"	3 Z. 3° 36' 52"
Untersch. der schb. Länge des ☾ und der ⊙	westl. 28 43	westl. 0 59	östlich 28 27
Schb. Breite ☾ südlich	20 4	20 19	20 37

*) Mayer nahm die Abplattung $\frac{1}{200}$ an; man hat sie neuerdings nur zu $\frac{1}{300}$ gefunden; diese liegt in der Tafel §. 288. zum Grunde, und giebt eine etwas andere Reduction der Polhöhe und Verbesserung der Parallaxe.

§. 690. Hiernach läßt sich ferner für 10 Minuten vor und nach den vorigen Zeitmomenten, durch Proportionaltheile *) ohne merklichen Fehler, folgendes finden.

Zeit.			Unterschied der scheinb. Länge.		Scheinbare Breite des ☾ südlich		Summe der Halbmesser des ☾ und ☉.	
U.	M.	S.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
4	30	0	— 34	4	20	1	32	36, 5
4	40	0	— 28	43	20	4	32	36 5
4	50	0	— 23	18	20	7	32	36 5
5	20	0	— 6	40	20	16	32	36
5	30	0	— 0	59	20	19	32	35
5	40	0	+ 4	46	20	22	32	35
6	10	0	+ 22	25	20	33	32	34
6	20	0	+ 28	27	20	37	32	33
6	30	0	+ 34	34	20	41	32	33

*) Bey den Angaben der 2ten Col. muß man die 2ten Differenzen mitnehmen oder interpoliren, weil die Unterschiede von 50 zu 50 Minuten zu ungleich sind, als:

		1ste Differenz.	2te Differenz.
für 4 Uhr 40′	— 28 43		
— 5 — 30	— 0 59	+ 27′ 44″	
— 6 — 20	+ 28 27	+ 29 26	+ 1′ 42″

Also z. B. für 4 Uhr 50′ . . 50′ : 27′ 44″ = 10′ : 5′ 33″

und $\frac{10}{50} \cdot \frac{40}{50} \cdot \frac{1' \; 42''}{2} = \frac{-8}{5 \; 25} =$

Abnahme des Unterschieds der scheinbaren Länge zwischen 4 Uhr 40′ und 4 Uhr 50′ und so mit den übrigen.

Nun giebt nach Fig. 121. für den Anfang in a, ca^2 (oder das Quadrat von der Summe der Halbmesser der Sonne und des Mondes) — aw^2 (oder dem Quadrat der scheinbaren Breite) das Quadrat des Unterschiedes der scheinbaren Länge oder cw^2 und eben so für das Ende $bc^2 - be^2 = ce^2$, wobey diese Stücke gleiche Bedeutung haben. Setzt man nun beym Anfang $aw = 20' \, 0''$ und $ca = 32' \, 36\frac{1}{2}''$, so kömmt cw 25′ 45″, woraus nach obiger Tafel folgt, daß der Anfang zwischen 4 U. 40′ und 4 U. 50′ fällt; alsdann ist aber eigentlich $aw = 20' \, 5''$. Da nun vorhin 20′ 0″ für aw angenommen worden, so setzt man noch 25′ 45″ : 20′ 0″ = 5″ : 4″, und nun ist 25′ 45″ — 4″ = 25′ 41″ der Unterschied der scheinbaren Länge der ☉ und des ☾ für den Anfang der Finsterniß. Die Abnahme dieses Unterschiedes ist ferner:

zwischen 4 U. 40′ u. dem Anfang = 28′ 43″ — 25′ 41″ = 3′ 2″
——— 4 U. 40′ u. 4 U. 50′ aber 28′ 43″ — 23′ 18″ = 5′ 25″

Es wird also gesetzt: 5′ 25″ : 10′ = 3′ 2″ : 5′ 36″
Demnach ist der zu beobachtende, also scheinbare Anfang der Finsterniß um 4 Uhr 45′ 36″. Um die Zeit des Endes ist be etwa 20′ 33″ und bc 32′ 34″; demnach $bc^2 - be^2 = ce^2$ und $ce = 25' \, 16''$, woraus folgt, daß das Ende zwischen 6 Uhr 10 und 6 U. 20′ fällt, für welche Zeit aber die scheinbare Breite be genauer 20′ 35″ ist. Man setzt also 25′ 16″ : 20′ 33″ = 2″ : 2″, welche von 25′ 16″ subtrahirt werden; es bleiben also 25′ 14″ für den Unterschied der scheinbaren Länge der ☉ und des ☾ beym Ende der Finsterniß.

Die Zunahme des Unterschiedes der scheinbaren Länge zwisch. 6U. 10′ u. d. Zeit d. Endes 25′ 14″—22′ 25″ = 2′ 49″ zwisch. 6U. 10 und 6 Uhr 20′ aber 28′ 27″ — 22′ 25″ = 6′ 2″. Demnach: 6′ 2″ : 10′ = 2′ 49″ : 4′ 40″. Also ist das zu beobachtende scheinbare Ende der Finsterniß um 6 Uhr 14′ 40″.

§. 691. Aus der Tafel erhellet ferner, daß das Mittel der Finsterniß zwischen 5 U. 30′ und 5 U. 40′ geschehen muß, da die Zunahme des Unterschiedes der Länge 5′ 45″ und der scheinbaren Breite 3″ ist; und man kann die scheinbare Breite, da sie sich wenig ändert, für das Mittel zu 20′ 19″ annehmen. Man setze nun: 5′ 45″ : 3″ = 20′ 19″ : 11″ = Unterschied der scheinbaren Länge zur Zeit der scheinbaren nächsten ☌, um welche, da die Breite des Mondes zunimmt, die nächste ☌ früher als die scheinbare ☌ in einem und demselben Punct der Ecliptik geschieht. Nun ist für 5 Uhr 30′ Unterschied der Länge — 59″, machen in Zeit, wenn man schließt: 5′ 45″ : 10′ = 59″ : 1′ 43″
der ☾ ist bey der größten Verfinsterung 11″
zurück, machen nach gleichem Satz in Zeit — 19
+ 1′ 24″

also geschieht die größte zu beobachtende Verdunkelung um 5 Uhr 31′ 24″.

Nun sey die gefundene scheinbare Breite des Mondes zur Zeit der größten Verfinsterung 20′ 19″, der Unterschied der scheinbaren Länge zu gleicher Zeit 11″, so wird die nächste scheinbare Entfernung der Mit-

telpuncte die Quadratwurzel aus $(11''^2 + 1219''^2)$ (= 20′ 19″. welche von der Summe beyder Halbmesser 32′ 35″ subtr. die Größe der Verfinsterung geben = 12′ 16″, die in Zollen des Sonnenhalbmessers ausgetragen $\frac{6 . 12' \ 16''}{15' \ 47''}$ = IV Zoll 40 Minuten am südlichen Theil der Sonne.

§. 692. Die Sonnenfinsternisse können gleichfalls und noch weit sicherer, wie die Mondfinsternisse, zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter dienen, weil bey letztern der Erdschatten nicht scharf genug begrenzt ist, um den Augenblick der Berührung der Flecken und Ränder des Mondes von demselben sehr genau beobachten zu können, und sich auch hiebey durch Fernröhre, die verschiedentlich vergrößern, noch besonders merkliche Unterschiede zeigen. Diese Schwierigkeit bey den Beobachtungen fällt zwar bey den Sonnenfinsternissen gänzlich weg; allein dagegen erfordern diese noch eine weitläuftige Berechnung wegen der Wirkung der Mondparallaxe, um nemlich die an beyden Oertern beobachtete scheinbare Berührung der Sonnen- und Mondränder beym Anfang und Ende der Finsterniß, oder gewisse andere Wahrnehmungen, z. B. eine bestimmte Größe der Finsterniß, oder die Bedeckung eines Sonnenflecks vom Monde ꝛc. auf eine, aus dem Mittelpunct der Erde gesehene, folglich wahre zu reduciren; denn nachdem dies geschehen, läßt sich erst auf den Unterschied der Meridiane schließen. Ich werde hierüber noch eine

allgemeine Methode und geschmeidige Formeln zur Berechnung hersetzen *).

§. 693. Es sey also der Anfang und das Ende einer Sonnenfinsterniß nach mittlerer Zeit genau beobachtet worden, so berechnet man für diese Zeitmomente aus den astronomischen Tafeln die mittlere und wahre Sonnenlänge, die Parallaxe und den Halbmesser der Sonne; ferner die Länge und Breite des Mondes, seine horizontale Parallaxe, Halbmesser und stündliche Bewegung von der Sonne. Bey der horizontalen Parallaxe und Polhöhe müssen zugleich die nöthigen Verbesserungen wegen der sphäroidischen Gestalt der Erde statt finden. Die mittlere Zeit in Grade verwandelt (15° auf einer Stunde) und zur mittleren Länge der Sonne addirt, giebt die gerade Aufsteigung des Mittagskreises (Die Mitte des Himmels). Für diese und für die verbesserte Polhöhe berechnet man die Länge des 90sten Grades der Ecliptik (Zenithlänge) und das Complement der Höhe desselben zu 90° = dessen Abstand vom Zenith (Zenithbreite).

§. 694. Wenn nun a die gerade Aufsteigung des Mittagskreises, h die verbesserte Polhöhe, e die Schiefe der Ecliptik, l die Zenithlänge und b die Zenithbreite

---

*) Diese bequeme Methode ist vom Hrn. Prof. Gerstner zu Prag, und steht im astronomischen Jahrbuch 1791, Seite 243 u. f.; im astronom. Jahrbuch 1792, Seite 193 u. f. hat derselbe die Beweise der Formeln geliefert.

anzeigt, so erhält man die beyden letztern durch folgende Formeln: $\frac{\text{Sin. a}}{\text{Tang. h}} = \text{Tang. x}$; $\frac{\text{Sin.}(e+x)}{\text{Sin. x}} \cdot \text{Tang. a} = \text{Tang. l}$. $\frac{\text{Cos.}(e+x)}{\text{Cos. x}} \cdot \text{Sin. h} = \text{Sin. b}$. Der Unterschied zwischen der Zenithlänge und der Länge des ☾ sey $= L$; die wahre Breite des ☾ $= B$; der Unterschied der Horizontalparallaxe ☉ und des ☾ $= \pi$; die Längenparallaxe $= \lambda$ und die scheinbare Breite des ☾ $= \beta$; so ist: $\lambda = \pi$ Cos. b . Sin. (L + λ *);

und $\beta = \frac{\text{B. Sin. }(L + \lambda)}{\text{Sin. L.}} - \lambda \frac{\text{Tang. b}}{\text{Sin. L}}$.

Die Vergrößerung des Mondhalbmessers wird nach §. 484. gefunden.

§. 695. Ferner wird der Halbmesser der Sonne zum vergrößerten Halbmesser des Mondes addirt, und die Summe ist der scheinbare Abstand des Mondes von der Sonne **). Dieser Abstand sey $= \alpha$, die scheinbare Mondbreite wie oben β, so ist:

---

*) In dieser Formel wird freylich λ als bekannt vorausgesetzt, so doch erst gefunden werden soll. Allein man darf hiebey anfangs λ weglassen und π Cos. b . Sin. L suchen, so kömmt λ beyläufig, und hierauf dessen Werth in die Formel aufgenommen, wie oben, giebt ein genaueres Resultat für λ. (S. folgendes Beyspiel.)

**) Einige Astronomen haben eine Inflexion oder Beugung der Lichtstralen am Mondrande angenommen und daß wir durch Fernröhre Sonne und Mond wegen eines irrig gebrochenen Lichtes zu groß sehen. Der erstern Ursache wegen sollen noch 4½″ und der andern noch wenigstens 2″ von dem Abstande des Mondes von der Sonne subtrahirt werden. Du

$\sqrt{(a^2 - \beta^2)}$ oder $\sqrt{(a + \beta) . (a - \beta)}$ = dem Unterschiede der scheinbaren Länge der Sonne und des Mondes. Trifft der Anfang oder das Ende der Finsterniß vor dem Durchgange des Mondes durch den 90sten Grad, so wird die Längenparallaxe zu diesem Unterschiede für den Anfang addirt, für das Ende aber davon subtrahirt. Das Gegentheil geschieht nach jenem Durchgange. Die Summe oder der Unterschied wird, vermittelst der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne, in Zeit verwandelt, zur Zeit des Anfangs der Finsterniß addirt, und von der des Endes subtrahirt. Blos in dem Fall, wenn die Längenparallaxe Nachmittags grösser wird, als der Unterschied der scheinbaren Länge des Mondes und der Sonne, wodurch ihre wahre Entfernung nach der gegebenen Regel verneinend ausfällt, wird die erhaltene Zeit auch vom Anfang der Finsterniß abgezogen.

§. 696. Damit erhält man diejenige Zeit nach dem Meridian des Orts der Beobachtung, zu welcher Mond und Sonne aus dem Mittelpunct der Erde gesehen, gleiche Länge hatten oder die wahre ☌ eintraf. Wird nun eine dergleichen Rechnung auch für einen

---

Sejour hat berechnet, daß die Beugung der Lichtstralen den Halbmesser des Mondes auf der Sonne um 3 Secunden verkleinert darstellt. Allein mehrere neuere Astronomen lassen diese Verbesserung außer Acht, da ohnehin die Durchmesser von Sonne und Mond etwas verschieden angegeben werden, weswegen solche auch in folgendem Beyspiel nicht gebraucht worden.

andern Ort, wo eben diese Finsterniß beobachtet worden, vorgenommen, so ist der Unterschied der gefundenen Zeiten der wahren ☌ der Unterschied der Meridiane von beyden Oertern in Zeit, welcher noch in Grade verwandelt (15 auf eine Stunde) ihren gesuchten Längen-Unterschied in Graden des Aequators giebt. Sollten die Resultate der genauesten Berechnung für den Anfang und das Ende der Finsterniß, die Zeit der wahren Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne sich verschieden ergeben und doch die Beobachtungen an beyden Oertern als zuverläßig angenommen werden können; so bedarf entweder die aus den Tafeln genommene Mondsbreite und Parallaxe, oder die Summe der Halbmesser der Sonne und des Mondes einer Verbesserung, die aus den Beobachtungen selbst hergeleitet werden muß, (S. astron. Jahrb. 1792, Seite 203).

§. 697. Um die Anwendung aller dieser Formeln und Vorschriften durch ein förmlich ausgeführtes Beyspiel deutlich zu zeigen, wähle ich die Berechnung der Sonnenfinsterniß vom 17ten August 1803, nach der Beobachtung des Herrn Professor Harding zu Lilienthal.

Beobachteter Anfang d. 16. Aug. 18 St. 41′ 11″,4 M. Z.			Beobachtetes Ende d. 16. Aug. 20 St. 15′ 30″,4 M. Z.
Nach den neuesten Mond- und Sonnentafeln *), ergiebt sich:			
	z ° ′ ″		z ° ′ ″
Länge des ☾	4 22 15 42,2	⸗ ⸗ ⸗	4 23 2 8,9
N. Breite des ☾ = B	6 16,6	⸗ ⸗ ⸗	1 47,8
Horiz. Parall. ☾	55 10,6	⸗ ⸗ ⸗	55 8,9
verbesserte **)	55 4,3	⸗ ⸗ ⸗	55 2,6
Horiz. Halbm. ☾	15 3,5	⸗ ⸗ ⸗	15 3,1
Mittl. ☉ Länge	144 39 52	⸗ ⸗ ⸗	144 43 44
Mittl. Zeit in Graden	280 17 51	⸗ ⸗ ⸗	303 52 36
also Mitte des Himmels = a	64 57 43	⸗ ⸗ ⸗	88 36 20
Halbm. ☉	15 49,0	⸗ ⸗ ⸗	15 49,0
Horiz. Parall. ☉	8,6	⸗ ⸗ ⸗	8,6
Stündl. Beweg. d. ☾ v. d. ☉	28 24,8	⸗ ⸗ ⸗	28 23,8
Untersch. der Parall. ☉ u. ☾ = π	54 55,7	⸗ ⸗ ⸗	54 54,0
Scheinb. Höhe des ☾	17°	⸗ ⸗ ⸗	31°
Vergrößerter Höhen-Halbm. ☾	15 7,8	⸗ ⸗ ⸗	15 10,5
Verbesserte Polhöhe = h ***)	52 58 31	⸗ ⸗ ⸗	52 58 31
Halbm. ☾ + ☉ = α	1856″,8	⸗ ⸗ ⸗	1859″,5
Schiefe der Ecliptik = e	23 28 7		

Sin. a

*) Von Bürg und de Lambre.

**) Wegen der sphäroidischen Erde.

***) Zu Lilienthal.

Sin. a Log.	9.9571410
Tang. h	10.1224958
Tang. x 34° 20′ 49″	9.8346452
+ e 23 28 7	
e + x 57 48 56 Cos.	9.7264394
Cos. x	9.9167903
	9.8096491
Sin. h	9.9022071
Sin. b 31° 0′ 5″	9.7118562
Sin. e + x	9.9275434
Sin. x	9.7514351
	10.1761083
Tang. a	10.3305747
Tang. l 72° 42′ 12″	10.5066830
☾ 142 15 42	
L 69 31 30	
π 3295″, 7	3.5179424
Cos. b	9.9330593
Sin. L	9.9716582
λ circa 2646″ = 44′ 6″	3.4226599
L 69 31 30	
L + λ 70 15 36	
π	3.5179424
Cos. b	9.9330593
Sin. L + λ	9.9736979
λ genau 2658″,9	3.4246996
= Längen Parallaxe	
B 376″,6	2.5758803
Sin. L + λ	9.9736979
	2.5495782
Sin. L	9.9716582
378″,4	2.5779200
λ	3.4247020
Tang. b	9.7787975
	3.2034995

Sin. a Log.	9.9998714
Tang. h	10.1224958
Tang. x 37° 1′ 0″	9.8773756
+ e 23 28 7	
e + x 60 29 7 Cos.	9.6925360
Cos. x	9.9022534
	9.7902826
Sin. h	9.9022071
Sin. b 29° 30′ 41″	9.6924897
Sin. e + x	9.9396336
Sin. x	9.7796306
	10.1600030
Tang. a	11.6136357
Tang. l 89° 2′ 7″	11.7736387
☾ 143 2 9	
L 54 0 2	
π 3294″, 0	3.5177236
Cos. b	9.9396480
Sin. L	9.9079606
λ circa 2319″ = 38′ 39″	3.3653322
L 54 0 2	
L + λ 54 38 41	
π	3.5177236
Cos. b	9.9396480
Sin. L + λ	9.9114662
λ genau 2338″,0	3.3688378
= Längen Parallaxe	
B 107″,8	2.0326188
Sin. L + λ	9.9114662
	1.9440850
Sin. L	9.9079606
108″,7	2.0361244
λ	3.3688445
Tang. b	9.7528433
	3.1216878

	3.2034995		3.1216878
Sin. L	9.9716582	Sin. L	9.9079606
1705″,4	3.2318413	1635″,8	3.2137272
578 4		108 7	
β = 1327″,0		β = 1527″,1	
= Breiten Parallaxe		= Breiten Parallaxe	
Halbm. ☉ + ☾			
1856″,8 = α		α = 1859″,5	
β 1327″,0		β = 1527″,1	
+ 3183″,8	3.5029458	+ 3386″,6	3.5297639
− 529″,8	2.7241120	− 332″,4	2.5216610
Untersch. der scheinb.	6.2270578		6.0514249
Länge ☉ u. ☾	2) 3.1135289		2) 3.0257124
1298″,8		1061″,0	
Längenp. λ 2658″,9		λ 2338″,0	
3957″,7		1277″,0	
28′24″,8 :		28′23″,8 :	
1 St. = 3957″,7 :	2 St. 19′17″,2	1 St. = 1277″,0 :	0 St. 44′58″,2
beobacht. Anfang	18 — 41 11 4	beobacht. Ende	20 — 15 30 4
wahre ☌ ☾ ☉ aus		wahre ☌ ☾ ☉ aus	
dem Anfang	21 — 0 28 6	dem Ende	21 — 0 28 6

nach der Zeit des Meridians von Lilienthal.

§. 698. Sonnenfinsternisse fallen häufiger als Mondfinsternisse vor, sind aber für einzelne Oerter seltner als die letztern, weil der Mondschatten, auch wenn er mitten über die Erdoberfläche fortläuft, doch nur einen Theil derselben bedecken kann *). Der wahre Schatten des Mondes kömmt bey den wenigsten Sonnenfinsternissen bis zur Erde herab (§. 667.), und wenn

*) Von 86 Sonnenfinsternissen, die in 33 Jahren von 1776 bis 1808 sich auf der Erde zeigten, waren zu Berlin nur 16 sichtbar, und von 52 Mondfinsternissen, die in diesem Zeitraum vorfielen, stellten sich 28 über dem Berliner Horizont ein.

auch dies geschieht, so kann senkrecht unterm Mond seine Breite aufs höchste nur einige 30 Meilen austragen, daher sind totale und noch mehr centrale Sonnenfinsternisse für einen bestimmten Beobachtungsort äusserst seltene Himmelsbegebenheiten. Genaue ringförmige, folglich auch zugleich centrale Sonnenfinsternisse, zeigen sich für einen einzelnen Ort eben so selten, indem dabey über diesen Ort gerade der Mittelpunct des Mondhalbschattens, welches zugleich der Mittelpunct des wahren Mondschattens ist, weggehen muß. Im vorigen Jahrhundert waren die Sonnenfinsternisse von 1706, 1715, 1724, 1748, 1764 und 1793 in unsern Gegenden von Europa die größten, doch hat sich keine davon zu Berlin central gezeigt *). Sehr merkwürdig sind unterdessen die Naturscenen bey einer totalen Sonnenfinsterniß. Das Tageslicht verlöscht wenige Minuten vor der totalen Bedeckung der Sonne (§. 470.) und geht im Augenblick derselben in eine besondere Dunkelheit, die weder der vollen Nacht, noch einer schwachen Abend- und Morgendämmerung gleicht, über; die alsdann über dem Horizont stehenden kenntlichsten Fixsterne, und besonders die Planeten, kommen bey heiterer Luft zum Vorschein. Es erfolgt schnell eine starke Abkühlung

---

*) Du Vaucel hat berechnet, daß vom Jahr 1769 bis zum Jahr 1900. 59 Sonnenfinsternisse zu Paris sichtbar seyn werden, unter welchen aber nicht eine einzige total, und nur eine, nemlich die am 9ten Octbr. 1847 daselbst ringförmig erscheinen wird. Das Verzeichniß aller im gegenwärtigen 19ten Jahrhundert zu Paris sichtbaren Sonnenfinsternisse, von demselben berechnet, steht im astronomischen Jahrbuch 1803, Seite 227.

der Luft, die Thiere begeben sich zur Ruhe ꝛc. *). Ist aber die Finsterniß ringförmig oder nicht völlig total, so ist die Abnahme des Tageslichtes gewöhnlich nicht so merklich, als man wol bey der größtentheils bedeckten Sonne, erwarten könnte. Endlich ist von dem Wege des Mondhalbschattens über die Erdoberfläche noch zu merken, daß derselbe um die Zeit der Sommer- und Wintersonnenwende dem Aequator fast parallel liegt, und sich nur etwas nordwärts wendet, wenn der Neumond beym ☊, und südwärts, wenn er beym ☋ ist. Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche hin-

*) Auch erscheint zuweilen während der totalen Verdunkelung der Sonne ein leuchtender Ring um den Mond, wie unter andern Ulloa auf dem atlantischen Meer, südwestlich vom Cap Vincent, bey der daselbst 4 Minuten lang dauernden totalen Sonnenfinsterniß am 24sten Juni 1778 (s. Berlin. Ephemeriden 1781, Seite 161) beobachtete, dessen Entstehung von der Atmosphäre des Mondes hergeleitet wird. Allein Ulloa sahe den Ring in der Breite vom 6sten Theil des Monddurchmessers, zunächst am Mondrand stärker glänzend, mit verschiedenen Farben, auch schien derselbe sich schnell im Kreise zu drehen und von seinem Umfange schossen lichte Stralen aus. Daher entsteht, meiner Meinung nach, höchstwahrscheinlich dieser breite gefärbte und stralende Ring blos vom Durchgange des wahren Mondschattens durch die Dünste unserer Atmosphäre, die, vermittelst der Brechungen der Lichtstralen von den zunächst angrenzenden, noch zum Theil von der Sonne erleuchteten Gegenden, um ihn den farbigen Ring erzeugen. Erfahrungen haben gelehrt, daß Sonnenschatten, auf starke Dünste geworfen, mit gefärbten Einfassungen erscheinen. Uebrigens zeigt sich gewöhnlich der dunkle Mondrand sehr scharf auf der Sonnenscheibe und ohne Spuren eines Monddunstkreises; hingegen kommen dann die Randgebirge und Einsenkungen der Mondkugel daselbst, oft sehr gut zu Gesicht.

gegen läuft der Schatten von Südwest nach Nordost, und der Winkel mit dem Aequator oder dessen Parallelen ist am größten, wenn der Mond beym ☊ ist; um die Zeit der Herbstnachtgleiche hingegen geht die Richtung des Mondhalbschattens von Nordwest nach Südost, und am merklichsten, wenn der Mond beym ☋ steht. Der Mondschatten und Halbschatten, so wie die Linien für die 3-, 6- und 9zöllige Verfinsterung, beschreiben übrigens auf der Erdoberfläche keineswegs Bogen vom größten Kreise der Erdkugel, sondern jedesmal besonders gekrümmte Linien, deren konkave Seite gegen den zunächst benachbarten Pol der Erde liegt, und die schlangenförmig werden oder eine doppelte Krümmung haben, wenn sie durch den Aequator gehen *).

§. 699. a. Ueberhaupt ist im Allgemeinen von den Finsternissen noch folgendes zu merken. Ihre Berech-

---

*) In den astronomischen Jahrbüchern liefere ich für Sonnenfinsterniße, die in unsern Gegenden von Europa sichtbar sind, kleine Landcharten, auf welchen der Weg des Mondsschatten und Halbschatten über die Oberfläche der Erde, entworfen ist. Der Pater Kautsch zu Leutomitschl in Böhmen, hat in einem Tractat, der im Jahr 1800 auf 16 Bogen in gr. 8vo, mit 14 Kupfertafeln, bey der Kayserl. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg erschien, Tafeln, Berechnungen und Charten über alle Mond- und Sonnenfinsternisse, die vom Jahr 1804 bis 1860 eintreffen werden, mit vielem Fleiß bearbeitet, geliefert. Von jetzt bis dahin werden in unsern Gegenden von Europa die Sonnenfinsternisse von 1816 den 19. Novbr.; 1820 den 7. Septbr.; 1836 den 15. May; 1842 den 8. Juli; 1847 den 9. Octbr. und 1851 den 28. Juli die größten seyn; aber keine davon erscheint zu Berlin total oder ringförmig.

nung, sowol der vergangenen als zukünftigen, wird, wie schon oben erwähnet, nach den Sonnen- und Mondtafeln angestellt, und ist mehr mühsam als schwer **). Die Anzahl der Finsternisse in einem Jahr kann bis 7 gehen, und alsdann treffen dieselben im Januar, Julius und December ein. Es müssen jährlich wenigstens zwey Sonnenfinsternisse einfallen, weil die Sonne allemal nach 6 Monaten in die Nachbarschaft des auf- oder niedersteigenden Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnen- oder Erdfinsternisse in einem Jahre sind (aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet), desto kleiner werden die Mondfinsternisse. Die Neumonde, welche vor und nach einem Vollmond, der eine totale Verfinsterung erleidet, vorfallen, bringen gemeiniglich Sonnenfinsternisse mit. Wenn aber ein Neumond gerade im ☊ oder ☋, oder doch sehr nahe dabey, eintritt, und folglich eine centrale Erdfinsterniß verursacht, so ist der zunächst vorhergehende Vollmond noch zu weit vor dem Knoten westlich, und der nachher folgende schon dem Knoten zu weit östlich vorbey, um verfinstert zu werden, und daher kann in einem solchen Jahre, worin zwey centrale Sonnenfinsternisse eintreffen, keine Mondfinster-

---

*) Lambert hat in der Beschreibung seiner allgemeinen ecliptischen Tafel, Berlin 1765 in 8vo, und in dem zweyten Theil seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, Berlin 1770 in 8vo, deutliche Anweisungen, Regeln und Tafeln zur Erfindung der ecliptischen Neu- und Vollmonde, und zur Berechnung der Sonnen- und Mondfinsternisse, für Liebhaber abgekürzt und erleichtert, geliefert.

niß entstehen *). Da nun 12 synodische Monden-Monate oder so viele wiederkehrende Neu- und Vollmonde, nur 354 Tage ausmachen, so zeigen sich Finsternisse, welche in diesem Jahre ansehnlich gewesen sind, im künftigen Jahr um 365 — 354 = 11 Tage früher, wiewol mit einer veränderlichen Größe, denn die im gegenwärtigen Jahr gerade im ☊ oder ☋ fielen, treffen im künftigen etwa 8° weiter ostwärts ein, da die Mondknoten jährlich um 19° gegen Westen zurückgehen. In 18 Jahren und $11\frac{1}{3}$ Tagen ereignen sich 223 Neumonde **), und da indeß die Mondknoten beynahe den ganzen Himmel herumkommen (§. 483.) so kehren auch nach diesem Zeitraum, dem sogenannten Saros der Chaldäer, die nemlichen Finsternisse wieder. Es erscheinen daher im 19ten Jahr nach 235 Neumonden Finsternisse an denselbigen Monatstagen, also in einer gleichen Gegend des Thierkreises. Eben dieses geschieht auch, und zwar mit immer mehr Genauigkeit, nach Verlauf von 358, 716, 3087, 3445, 6890 Neumonden. Auch sind die Perioden 521 und 2362 Jahren (zu $365\frac{1}{4}$ Tage gerechnet) für die Wiederkehr der Finsternisse noch genauer als die 19jährige. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, achte Aufl., habe ich von Seite 425 bis 428 die vom Jahr 1806 bis 1817 vorfallenden Sonnen- und Mondfinsternisse angezeigt und in meinen astronom. Jahrbüchern werden die Finsternisse eines jeden Jahres, sowol im

*) Alles dieses zeigt die vorhin erwähnte Lambertsche ecliptische Tafel durch den Augenschein.

**) In 3400 Jahren stellen sich 42053 Neumonde ein.

Allgemeinen für die ganze Erde, als besonders für Berlin, vollständig beschrieben *).

§. 699. β. Als ein Nachtrag zu dem vorigen §. bringe ich noch die kurze und sinnreiche Methode, doch ohne ihre Gründe, bey, welche Lambert in seiner Beschreibung der ecliptischen Tafel, angiebt, um beyläufig zu finden, wenn die Sonne beym ☊ ☾ ist, und sich Finsternisse einstellen können. Es sey das laufende Jahr = a. Man div. $\frac{38 \cdot a - 22}{707}$ der Rest sey $\dot{r}$, so giebt $\frac{769 - r}{62}$ den laufenden Monat und dessen Tag, (allemal nach dem alten Calender gerechnet), an welchem die Sonne beym ☊ ist. Z. B. für 1808 $\frac{38 \cdot 1808 - 22}{707}$ Rest $103 = r$ $\frac{769 - 103}{62} = 10\frac{3}{4}$ Monat. Demnach ist den 22. — 23. Octbr. A. S. oder 3 — 4. Novbr. N. S. die Sonne beym ☊; $5\frac{3}{4}$ Monat vorher, also im Anfang des May A. oder 12. May N. S. ist die Sonne beym ☋; daher treffen die Finsternisse im Jahr 1808 im May und Novbr. ein. Es sey ferner die Jahrszahl = a; die Zahl der Monate vom 24. Jan. auf den 24sten des gegebenen Monats = m, so ist: $\frac{\left(a + \frac{m}{12}\right) \cdot 235{,}002}{19} = n$

*) In der allgemeinen Chronologie für die Zeiten nach Christi Geburt zur Erläuterung der alten Denkmäler, Chroniken, Urkunden ꝛc., 1ster Theil, 8. Leipzig 1779, kommt auf fast 200 Seiten ein chronologisches Verzeichniß der vom Jahr Christi 1 bis 1900 in Europa, Asia und dem nördlichen Theile von Afrika sichtbaren Sonnen- und Mondfinsternisse, nach ihren allgemeinen Umständen, vor.

die Anzahl der Neumonde, von dem ersten zum Anfangstermin angenommenen an gerechnet. Man behält von n die ganze Zahl, so wird die Theilung: $\frac{587 . n + 272}{6890}$ den Rest r geben, und dieser muß von 0 oder 6890 oder 3445 nicht über 324 entfernt seyn, wenn, irgendwo auf der Erde, eine Sonnenfinsterniß statt haben soll. Z. B. für 1808. Vom 24. Januar bis 24. May sind 4 Monate oder $\frac{1}{3}$ Jahr, und wir haben:

$$\frac{\left(1808 + \frac{4}{12}\right) . 235{,}002}{19} = n = 22366\tfrac{8}{19} \text{ Neumonde.}$$

Diese $\frac{8}{19}$ Neumonde machen etwa 12 Tage (der synodische Umlauf $= 29\frac{1}{2}$ Tage); demnach ist 12 Tage vor dem 24. May = der 12. May A. oder 24. May N.S. *) der 22366ste Neumond. Nun geben $\frac{(587 . 22366) + 272}{6890}$ im Rest 3664, welcher von 3445, nur 219 (also unter 324) verschieden ist; daher bringt dieser Neumond eine Sonnenfinsterniß beym ☊, mit. Um zu sehen, ob der zunächst vorhergehende Neumond auch eine Finsterniß giebt, zählt man 587 von 3664 rückwärts, kommen 3077 für den Neumond im April, welche Zahl von 3445 . . 368 differirt, also nur 44 größer als 324 ist, dabey bleibt es zweifelhaft, ob dabey eine Finsterniß auf der Erde eintreffen wird **).

*) Die genaue astronomische Rechnung bringt den Neumond auf den 25. May.

**) Nach genauer astronomischen Berechnung trifft der ecliptische Neumond den 25. April ein, und bringt eine äußerst kleine Sonnenfinsterniß am nördlichsten Rande der Erde. (S. astronomisches Jahrbuch 1808.)

Addirt man nun für jeden folgenden Neumond 587 und wirft den ganzen Circul 6890 weg, wenn die Zahl solchen übersteigt, so ergeben sich folgende Abstände: der Neumond vom ☊ oder ☋ im April 3077; May 3664; Juni 4251; Juli 4838; August 5425; Septbr. 6012; Octbr. 6599; Novbr. 296; Decbr. 882. Da die Zahlen im October und November nur um 291 von 6890 oder 296 von 0 differiren, also nicht über 324 vom ☋ entfernt sind, so veranlassen diese beyden Neumonde, Sonnenfinsternisse.

Für die Bestimmung der ecliptischen Vollmonde werden zu den Zahlen der Neumonde 3738 addirt (wenn die Summe 6890 übersteigt, wird solche davon subtr); differiren dann die Zahlen von 0 oder 6890 oder 3445 nicht über 206, so ist eine Mondfinsterniß zu erwarten. Hiernach giebt für den Vollmond zwischen den Neumonden April und May $3077 + 3738 = 6815$, welche von 6890 nur 75 verschieden ist, er wird also stark verfinstert. So wie für den Vollmond zwischen den Neumonden October und Nov. $6599 + 3738 = 10337 - 6890 = 3447$, die von 3445 nur um 2 differ. eine große Mondfinsterniß andeutet.

Von den Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond.

§. 700.

Da der Mond der Erde am nächsten steht, so kann er auch, außer der Sonne, alle Planeten und diejenigen Fixsterne, bey welchen er monatlich im Thierkreise vorbey geht, bedecken oder sich zwischen denselben

und unsern Augen stellen. Diese Himmelsbegebenheiten sind wegen der Parallaxe des Mondes gleichfalls nicht überall, sondern nur da auf der Erde sichtbar, wo Linien aus dem Stern durch den Mond ihre Oberfläche treffen. Es sey Fig. 122. T der Mittelpunct der Erde und HoE die einem nach S hinaus stehenden Stern zugewendete Halbkugel derselben. Steht nun der Mond C zur Zeit der ☌ mit diesem Stern genau in der Linie TocS, so wird er für den Punct T oder o den Stern S central bedecken; aus H aber zeigt sich sein Mittelpunct zu gleicher Zeit nach R und aus E nach Q, folglich um ScR oder ScQ = dem Winkel der horizontalen Parallaxe auf eine oder die andere Seite vom Stern entfernt. Der Fixstern hat wegen seiner fast unendlichen Entfernung keine Parallaxe für E und H, daher gehen alle von der Oberfläche der Erde nach demselben gezogene Linien unter sich parallel, oder HS, oS, ES und andere treffen einen und demselben Stern. Der Mond rückt in seiner Bahn von Westen gegen Osten oder in der Figur von a nach b fort.

§. 701. Es sey ab ein Theil der Bahn des Mondes, so kann man sich vermittelst dergleichen Parallellinien den Stern in einem jeden Punct derselben von h bis l gedenken. Steht alsdann der Mond vor der ☌ in a, so fängt sein östlicher Rand h für den Punct E der Erdfläche an den Stern S zu bedecken, kömmt der Mittelpunct des Mondes in h, so ist die Bedeckung in E central, und wenn der westliche Mondrand daselbst anlangt, so ist die Bedeckung für E vorbey. In c oder zur Zeit der nächsten ☌ steht der Ort

o den Mittelpunct des Mondes gerade vor dem Stern, und die Bedeckung ist übrigens in einem Kreis um o auf der Erde sichtbar, der dem wahren Durchmesser des Mondes gleich ist; wie die zu beyden Seiten der Mondkugel gezogenen Parallellinien zu erkennen geben. Wenn der östliche Rand des Mondes l berührt, so fängt die Bedeckung für H an: kömmt der Mittelpunct des Mondes dahin, so ist die Bedeckung in H central, und steht der Mond in b, so verläßt der westliche Rand desselben den Stern für H, und damit für die ganze Erde. Die Erde wälzt sich nach eben der Richtung wie der Mond fortrückt, nemlich nach EoH um ihre Axe, folglich sieht ein jeder Ort, der bey dieser Umwälzung in E und H kömmt, den Stern auf- oder untergehen, und über o steht er jedesmal im Zenith. Bedeckungen der Sterne vom Mond sind daher gleichfalls wie die Sonnenfinsternisse den westlichen Ländern früher als den östlichen sichtbar, und ihre Erscheinung für die ganze Erde hat mit jenen Himmelsbegebenheiten viele Aehnlichkeit.

§. 702. Wenn der Mond einen Fixstern oder Planeten, mit dem er in ☌ eine gleiche Länge erhält, bedecken soll, so muß der Unterschied seiner Breite, und der Breite des Sterns die Summe der Horizontalparallaxe und Halbmesser des Mondes nicht übersteigen, wie die 122ste Figur zeigt, in welcher bis jetzt die Mondbahn mit der Ecliptik in einer und derselben Ebene liegend, vorgestellt ist. Gedenkt man sich aber selbige unter ihrer Neigung gegen die Ecliptik und daher c h senkrecht über T c S nach Norden und c l eben

so unter TcS nach Süden, so wird, wenn die Breite des Mondes in ☌ ca = cb gleich ist, die Berührung des Sterns vom nächsten Mondrande, nur an den beyden äußersten nördlichen und südlichen Puncten der Erdfläche gesehen, ch = cl aber ist der horizontalen Parallaxe des Mondes oder den Winkel ThE = TlH gleich, wozu noch der Halbmesser des Mondes ha = lb kömmt. Nun kann die Horizontalparallaxe des Mondes im Perigäo auf $61\frac{1}{2}$ Min. und sein Halbmesser auf $16\frac{3}{4}$ Min. gehen; im Apogäo aber wird jene 54 und dieser $14\frac{3}{4}$ Min. austragen. Daher muß im Perigäo der Mond nicht über $61\frac{1}{2} + 16\frac{3}{4} = 78\frac{1}{4}$ Min. oder 1° $18\frac{1}{4}$, und im Apogäo nicht über $54 + 14\frac{3}{4} = 68\frac{3}{4}$ Min. = 1° $8\frac{3}{4}'$ von einem Stern in der Breite nord- oder südwärts entfernt bleiben, wenn die Bedeckung irgendwo auf der Erde möglich werden soll. Gesetzt, ein Stern habe eine nördliche Breite von 2° 16', so sind also in der Erdnähe des Mondes zwischen 3° $34\frac{1}{4}$ = 2° 16' + 1° $18\frac{1}{4}'$ und $57\frac{3}{4}'$ = 2° 16' — 1° $18\frac{1}{4}'$; hingegen in der Erdferne zwischen 3° $24\frac{3}{4}$ = 2° 16' + 1° $8\frac{3}{4}'$ und 1° $7\frac{1}{4}$ = 2° 16' — 1° $8\frac{3}{4}'$ nördlicher Mondsbreite die Gränzen für die mögliche Bedeckung eingeschlossen. Die Bedeckung dieses Sterns wird auf dem nördlichen Theil der Erde sichtbar seyn, wenn die Breite des Mondes größer ist, als die Breite des Sterns, und auf dem südlichen, wenn das Gegentheil statt findet.

§. 703. Die größte Breite des Mondes kann bis auf 5° 18' gehen, werden hiezu obige 1° $18\frac{1}{4}'$ addirt, so kommen 6° $36\frac{1}{4}'$ und dies ist die größte Breite, die

ein Stern haben kann, um bey dieser größten Mondsbreite da, wo der Mond im Horizont gesehen wird, noch vom Mondrand getroffen zu werden. Demnach liegen alle Sterne, die der Mond im Thierkreise irgendwo von der Erde aus betrachtet, bedecken kann, an beyden Seiten der Ecliptik bis zu einem Abstande von 6° $36\frac{1}{4}'$ folglich in einer Zone, deren Breite 13° $12\frac{1}{2}'$ austrägt. Wenn man nur die Sterne bis zur fünften Größe rechnet, so kommen in den Sternenverzeichnissen des Thierkreises etwa 180 Sterne vor, deren Breite 6° $36\frac{1}{4}'$ nicht übersteigt. Rechnet man beyläufig, so können von dieser Summe bey einem jeden monatlichen Umlauf des Mondes etwa 36 bedeckt werden, weil der Mond jedesmal, von der ganzen Erdfläche betrachtet, einen Streifen von 2° 36′, = 2 . horizont. Parallaxe und Halbmesser ☾ oder den 5ten Theil von der Breite der obigen Zone am Firmament einzunehmen scheint *). Für einen einzelnen Ort aber muß statt 2° 36′ nur der Durchmesser des Mondes selbst = höchstens $33\frac{1}{2}$ Min. genommen werden, und so finden sich durch $\frac{36 \cdot 33\frac{1}{2}'}{156'}$ nur 7 bis 8 Sterne, die in Zeit von einem Monat bedeckt erscheinen können. Nimmt man noch hinzu, daß die Bedeckungen der Sterne vierter und fünfter Größe vom Mond nicht anders sichtbar sind, als wenn

---

*) Der Mittelpunct des Mondes wird nemlich aus H und E um den Winkel HcE = der doppelten horizontalen Parallaxe an verschiedenen Orten der Himmelskugel gesehen, wozu dann an jeder Seite noch sein Halbmesser gerechnet werden muß.

der Mond zur Zeit der ☌ mit demselben wenig Licht hat, so ergiebt sich, daß diese Himmelsbegebenheiten wirklich nicht so häufig vorfallen, als man Anfangs glauben möchte.

§. 704. Behielte die Mondbahn eine unveränderliche Lage im Thierkreise, so würden allemal die nemlichen Sterne des Thierkreises und zwar keine andere, als die auf einer jeden Seite der Mondbahn weniger als 1° 18′ entfernt sind, bey einem jeden Umlauf von demselben bedeckt erscheinen. In der Gegend der Mondknoten wäre dann 1° 18′ die größte Breite, aber 90° vom ☊ oder ☋, da wo die Mondbahn selbst 5° 18′ von der Ecliptik liegt, ginge diese Breite auf 5° 18′ + 1° 18′ = 6° 36′ und so würden sich die Bedeckungen der Fixsterne vom Mond noch seltner, als obiger beyläufiger Ueberschlag angiebt, einstellen. Da aber die Mondknoten, und folglich auch die Puncte der größten zu möglichen Bedeckungen erforderlichen Mondsbreiten in etwa 19 Jahren rückwärts, oder von Osten gegen Westen, jene in dem Kreis der Ecliptik, und diese in dem 6° 36′ nord- und südwärts davon gelegenen Parallelkreise herum kommen, so verschiebt sich innerhalb dieser Zone die ganze Mondbahn, ihre Lage ist in dieser Zwischenzeit periodisch veränderlich, und es können mittlerweile alle Sterne des Thierkreises bis zu 6° 36′ Breite, nach und nach vom Monde getroffen werden. Die Breite des Mondes ist daher in ☌ mit solchen Sternen nicht immer gleich groß. Der Mond kann z. B. in diesem Jahr mit irgend einem, dessen Breite 5½° südlich ist, nahe zusammen kommen, wenn

er nemlich bey demselben etwa seine größte südliche Breite erhält. Nach $9\frac{1}{2}$ Jahren aber erreicht der Mond in der Gegend dieses Sterns seine größte nördliche Breite, und wird daher demselben um 11 Grad nordwärts vorbey gehen.

§. 705. Demnach giebt es nur gewisse Jahre, in welchen die Bedeckung dieses oder jenen Fixsterns möglich ist, und es kommt dabei blos auf eine Entfernung des Mondes oder des Sterns vom ☊ oder ☋ an, bey welcher er in ☌ mit dem Stern die gehörige Breite erhält. Nun verändert sich aber aus leicht einzusehenden Gründen die Breite des Mondes nach einigen Jahren in der Gegend der Knoten viel merklicher als in der Gegend der größten nördlichen oder südlichen Breite, und folglich sind die Gränzen der Möglichkeit einer Bedeckung sehr ungleich, welches schon nach der 42sten Fig. begreiflich wird, wenn man sich ♈ ♎ ♈ als die Ecliptik und ♈ ♋ ♎ ♑ ♈ als die Mondbahn, folglich ♈ als den ☊ und ♎ als den ☋, ferner die Zurückweichung der Knoten auf ♈ ♎ ♈ und daß sich dabey die ganze Mondbahn gegen die rechte Hand oder von Osten nach Westen fortschiebt, vorstellt. Bey Sternen, deren Breite um die Summe der Parallaxe und Halbmesser ☾ kleiner ist, als die größte Breite des Mondes, können die Knoten um 4 Zeichen zurückgehen und die Bedeckung bleibt auf irgend einem Punct der Erdfläche noch immer möglich; worüber 6 Jahre hingehen; bey solchen hingegen, deren Breite jener Summe von 6° 36′ nahe kömmt oder auch 0 ist, sind diese Gränzen viel enger, weil im ersten Fall nur die Möglichkeit

lichkeit einer Bedeckung da ist, wenn der Mond in ☍ gerade seine größte Breite erhält, und im zweyten die Knoten nicht über 30° zurückgehen müssen, damit die Bedeckung vor und nach dem einen oder andern erfolgen könne, welches hiebey 19 Monate nach einander sich zutragen kann.

§. 706. Nach diesen Bemerkungen lassen sich für einen jeden Stern die Oerter des ☊ finden, zwischen welchen eine Bedeckung desselben für einen oder den andern Punct der ganzen Erdfläche möglich ist, wiewol bey dieser Rechnung wegen der etwas veränderlichen Breite des Mondes in gleichen Abständen vom Knoten, die von seiner Stellung gegen die Sonne, ungleichen Bewegung und verschiedentlichen Entfernung von der Erde rc. herrührt, nur die mittlere horizontale Parallaxe und Halbmesser = 1° 14′ zum Grunde gelegt worden, und die daher noch einige Unzuverläßigkeiten zurück läßt. Folgende Tafel zeigt hiernach als Beyspiel, für einige der vornehmsten Sterne des Thierkreises, innerhalb welchen Gränzen der Länge, sich der ☊ bey ihrer Bedeckung im gegenwärtigen Jahrhundert aufhält *).

*) Im astron. Jahrb. 1780 habe ich Seite 132—163, eine vollständige Abhandlung: Ueber die Bedeckungen der Fixsterne vom Mond, zur Bestimmung ihrer Möglichkeit und allgemeinen Erscheinung für die ganze Erde geliefert, und zugleich zwey Tafeln, wovon die erste angiebt, welche Sterne des Thierkreises von 335 aufgeführte, bey einer jeden Länge des ☊, von irgend einem Punct der Erdoberfläche aus gesehen, nach und nach vom Mond bedeckt werden können, und die andere, die Länge und Breite von 180 der vornehmsten Zodiacalsterne enthält, nebst Bestimmung der Breite des Mondes, bey welcher ihre Bedeckung vom Mond auf der Erde möglich ist.

Namen und Größe der Sterne.		Beyläufige Länge der Sterne.	Breite	Zurückgehende Bewegung des ☊ von	bis
Alcyone im Siebengestirn	3	28° ♉	4° N.	23° ♈	1° ♑
Aldebaran im St.	1	8 ♊	$5\frac{1}{2}$ S.	9 ♎	5 ♌
β am nördlichen Horn des Stiers	2	20 ♊	$5\frac{1}{3}$ N.	25 ♈	15 ♒
μ an den Füßen der Zwillinge	3	3 ♋	$0\frac{3}{4}$ S.	6 ♑ 27 ♋	7 ♐ 28 ♊
δ an der Hand der Zwillinge	3	16 ♋	$0\frac{1}{5}$ S.	28 ♑ 3 ♌	29 ♐ 4 ♋
η am Halse des Löwen	3	26 ♌	5 N.	9 ♋	11 ♈
Regulus im Löwen	1	28 ♌	$0\frac{1}{2}$ N.	17 ♓ 6 ♍	18 ♒ 7 ♌
β am südlichen Flügel der Jungfrau	3	25 ♍	$0\frac{2}{3}$ N.	0 ♎ 17 ♈	1 ♍ 18 ♓
η in der Jungfrau	3	3 ♎	$1\frac{1}{3}$ N.	0 ♎ 4 ♉	0 ♍ 4 ♈
Spica, die Kornähre der Jungfrau	1	22 ♎	2 S.	2 ♐ 12 ♈	0 ♏ 10 ♓
α an der südl. Waagschaale	2	13 ♏	$0\frac{1}{3}$ N.	22 ♏ 1 ♊	23 ♎ 2 ♉
β am Munde des Scorpions	2	1 ♐	1 N.	2 ♐ 27 ♊	3 ♏ 28 ♉
Antares im Scorpion	1	8 ♐	$4\frac{1}{2}$ S.	26 ♈	18 ♑
β am Horn des Steinbocks	3	2 ♒	$4\frac{2}{3}$ N.	18 ♐	14 ♍
δ am Schwanz des Steinbocks	3	21 ♒	$2\frac{1}{2}$ S.	10 ♈ 6 ♌	6 ♓ 2 ♋

§. 707. Dies ist folgendermaaßen zu beurtheilen, z. B. 1. für **Aldebaran**. Da die südliche Breite dieses Sterns die größte Mondsbreite übersteigt, so kann derselbe niemals für die südlichen Länder der Erde bedeckt werden, es findet aber eine Bedeckung in den nördlichen statt, wenn der ☊ ☾ vom 9° ♎ bis zum 5° ♌ oder der ☋ vom 9° ♈ bis 5° ♒ rückwärts geht, und der Mond inzwischen in der Gegend dieses Sterns entweder gerade seine größte südliche Breite erhält, oder doch in der Nähe derselben steht: 2. für **Regulus**. Bey diesem Stern fängt die Bedeckung zuerst an der Südseite der Erde an, wenn der ☊ ☾ 6° ♍ und die ☌ demnach 8° vor dem ☊ (da die Länge des Sterns 28° ♌ ist) geschiehet, und hört an der Nordseite auf, wenn der ☊ im 7° ♌ kömmt, oder der ☾ in ☌ um 21° vom ☊ ostwärts steht. Nach etwa sieben Jahren kommt der Mond 19° vor dem ☋ mit diesem Stern in ☌, wenn nemlich der ☊ im 17° ♓ und folglich ☋ im 17° ♍ ist, und da fängt die Bedeckung in den nördlichen Ländern wieder an, und hört in den südlichen auf, wenn der ☊ im 18° ♒ oder der ☋ im 18° ♌ anlangt, und daher der Mond mit dem Stern etwa 10° nach ☋ in ☌ kömmt. Für die Möglichkeit der Bedeckungen der Planeten vom Monde lassen sich aber keine dergleichen allgemeine Regeln geben, nach welchen nur die Länge der Mondknoten bey der ☌ bekannt seyn darf, weil nicht allein die Planeten selbst fortrücken, sondern auch in den nemlichen Puncten des Thierkreises nicht allemal eine gleiche geocentrische Breite

haben *). Ist unterdessen zur Zeit der ☌ des Mondes mit einem Planeten die Breite von beyden, oder des Mondes Abstand von ☊ oder ☋ bekannt, so läßt sich, nach obigen Voraussetzungen leicht beurtheilen, ob dabey eine Bedeckung in irgend einer Gegend der Erde statt haben kann.

§. 708. Die allgemeinen Umstände der Bedeckung eines Fixsterns oder Planetens vom Monde für die ganze Erde lassen sich auf eine ähnliche Art wie bey den Erdfinsternissen nach der 120sten Fig. finden. Wenn für einen gewissen Meridian die wahre Zeit der ☌ des Mondes mit einem Fixstern oder Planeten, und der Unterschied ihrer Breite aus den astronomischen Tafeln berechnet worden, so sucht man (vorausgesetzt, daß bey dem Unterschied der Breite eine Bedeckung nach den vorhin angegebenen Bedingungen möglich wird) ferner für den Mond: dessen horizontale Parallaxe; Halbmesser; stündliche Bewegung; stündliche Veränderung der Breite; Für den Stern: Durchgangszeit durch den Meridian (aus dem Unterschiede seiner und der Sonne geraden Aufsteigung) Abweichung; Positionswinkel oder Winkel des Meridians mit dem durch ihn gehenden Breitencircul (§. 201). Man stellt sich hierauf nach Fig. 122 den Zuschauer in der Entfernung des Mondes von

*) Da die vier neuen Planeten, Ceres, Pallas, Juno und Vesta, oft die Grenzen des alten Thierkreises weit übersteigen, so trifft ihre Bedeckung vom Monde viel seltener ein, als die der älteren Planeten.

der Erde T c oder im Monde vor, und zwar in der Linie T S, die vom Mittelpunct der Erde durch den Mond nach dem Stern führt, so kann die Erdfläche nach einem angenommenen Maaßstabe mit der horizontalen Parallaxe des Mondes = E h T oder H l T als einem Halbmesser aus C Fig. 120 beschrieben werden; (bey Planeten, die eine merkliche Parallaxe haben, wie etwa ♂, ♀ und ☿ in ihrer Erdnähe wird der Unterschied ihrer und der Mondparallaxe genommen). Ueber C steht der Stern oder der Planet senkrecht, und ist wegen seiner unermeßlichen oder wenigstens sehr großen Entfernung als auf einem jeden Punct dieser Fläche (wovon die 122ste Fig. den Durchschnitt H E vorstellt) entworfen, zu gedenken. Man beschreibe nach der Anweisung im §. 677 die Mondbahn, und theile solche nach der stündlichen Bewegung des Mondes in Zeit ab, (bey einem Planeten, der sich in der ☌ merklich vor oder rückwärts bewegte, müßte der Unterschied oder die Summe seiner und des Mondes stündlichen Bewegung gebraucht werden). Dann wird der Meridian oder Abweichungskreis des Sterns unter seinem Winkel mit dem Breitenkreis gezogen und auf ersterm die Culminationszeit des Sterns bemerkt. Die Lage des Aequators wird nach der nördlichen und südlichen Abweichung des Sterns unter oder über dem Mittelpunct C bestimmt. Statt des Mondhalbschattens wie bey den Sonnenfinsternissen wird hier der Mond selbst verzeichnet (S. Fig. 122) und so läßt sich die Zeit des Anfanges und Endes der Bedeckung auf der Erde auf eine ähnliche Art wie dort finden. Stellt man nach-

her eine künstliche Erdkugel auf den Grad der Abweichung des Sterns, so ergeben sich nach der Anweisung im §. 680 die Oerter, an welchen die Bedeckung beym Aufgang des Sterns zuerst anfängt, um das Mittel derselben central erscheint und beym Untergang des Sterns aufhört, und damit lassen sich die Länder übersehen, wo die Bedeckung in ihrer ganzen Dauer, über dem Horizont sichtbar ist, und zugleich zeigt eine geringe Aufmerksamkeit, wo und ob sich dieselbe durchaus bey Nacht oder auch zum Theil bey Tage zuträgt.

§. 709. Um hierauf für einen gewissen Ort zu finden, wenn der Mondrand den Stern beym Eintritt zuerst berührt, oder beym Austritt verläßt, kann eben der vorige Entwurf, statt einer trigonometrischen Berechnung, die wegen der Parallaxe des Mondes eben so weitläuftig als bey den Sonnenfinsternissen ist, dienen. Die Ellipse des Parallelkreises wird nach der bekannten Polhöhe des Ortes und der Abweichung des Sterns wie oben bey der ☉ §. 684 beschrieben und in Stunden eingetheilt, nachdem die Zeit der Culmination des Sterns auf dem Meridian bemerkt worden. Bey einer nördlichen Abweichung des Sterns oder der Sonne liegt wie in Fig. 120 der obere Theil der Ellipse, in welcher der Ort fortrückt, mehr oder weniger, jenseits, und der untere disseits auf der Kugel, folglich ist in jenem die Sonne oder der Stern unter und in diesem über dem Horizont: bey südlicher Abweichung findet von beyden das Gegentheil statt. Es läßt sich alsdann ferner aus einem dergleichen Entwurf die Lage der wahren Mondbahn gegen den Meridian MCR, der

Parallelkreis DE vom Stern C und Vertikalkreis des Orts um die Zeit der Bedeckung finden. Ferner ergiebt sich die Vertiefung des Mondes wegen seiner Höhenparallaxe von Stunde zu Stunde auf eben die Art wie §. 685 und 686 anweisen und Fig. 121 vorstellt und damit der scheinbare Vorübergang des Mondes vor dem Stern, folglich der Ein- und Austritt, die nächste scheinbare ☌ 2c. Wird noch nach der Anmerkung §. 477 die Lichtgestalt des Mondes und deren Lage gegen die Ecliptik DCE oder den Breitenkreis CL zur Zeit der ☌ gesucht, und in einem Entwurf wie Fig. 120 gehörig verzeichnet, so läßt sich solche in einer Zeichnung wie Fig. 121 für den Horizont des vorgegebenen Orts übertragen, und so zeigt sichs, ob und wo die Berührung des Sterns beym Ein- und Austritt vom dunkeln oder hellen Mondrande geschieht. Sonst wird gewöhnlich im zunehmenden Mond der Eintritt der Sterne hinter dem dunkeln, und der Austritt hinter dem hellen Mondrand; im abnehmenden aber das Gegentheil bemerkt.

§. 710. Die Beobachtungen der Bedeckungen oder Verfinsterungen der Fixsterne vom Mond können eben sowol wie die Sonnenfinsternisse zur Erfindung und Berichtigung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes der Oerter, wo sie bemerkt worden, dienen, wenn man dabey die Berechnungen unternimmt, welche die Mondparallaxe nothwendig macht, um den scheinbaren beobachteten Ein- und Austritt wie bey den Sonnenfinsternissen, Anfang und Ende nach den Formeln und Anweisungen vom §. 693. bis 697. * auf

den wahren zu reduciren, und haben noch den großen Vorzug, daß sie weit öfterer vorfallen und genauer beobachtet werden können (indem der Ein- und Austritt eines Fixsterns am Rande des Mondes, augenblicklich geschieht), und daher den Astronomen häufigere Gelegenheiten zur genauern Verbesserung der Land- und Seekarten, und der geographischen Lage der Oerter, darbieten. Statt daß dort der Unterschied der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne vorkömmt, wird hier blos die Horizontalparallaxe des Mondes genommen, weil der Fixstern keine Parallaxe hat, statt der Summe der Halbmesser der Sonne und des Mondes, blos der Halbmesser des Mondes, statt der wahren Breite des Mondes, der Unterschied derselben und der Breite des Sterns gebraucht. Endlich muß die Culmination des Sterns und dessen gerade Aufsteigung bekannt seyn, um den Abstand desselben vom Meridian, die Mitte des Himmels und nach der Formel §. 688. Anmerkung, die Länge und Höhe des 90sten Grades zu haben. Zur Erfindung der Meridianunterschiede der Beobachtungsörter, aus beobachteten Bedeckungen der Planeten vom Mond, ist die Theorie des Laufs der mehresten Planeten noch nicht genau genug bekannt *).

§. 711. Der Ein- und Austritt der Planeten, wie auch der Sterne erster und zweyter Größe ist al-

---

*) S. des Hrn. Professor Wurm's praktische Anleitung zur Parallaxenrechnung, zur Beförderung der geographischen Längenbestimmungen (aus beobachteten Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen), 8. Tübingen 1804.

lenfalls, wenn der Mond wenig Licht hat, mit bloßen Augen zu erkennen. Unterdessen werden dergleichen Beobachtungen überall mit Fernröhren angestellt. Je größer der Stern und je weniger der Mond erleuchtet ist, desto merkwürdiger ist die Erscheinung, und es zeigt sich besonders angenehm, wenn die Berührung des Sterns am dunkeln Mondrande geschieht. Wenn der Mond über halb erleuchtet ist, so macht er durch seinen Schein einen nahe bey ihm stehenden kleinen Fixstern unkenntlich; und es hält schwer, dessen Ein- und Austritt, besonders am erleuchteten Mondrande, auch durch Ferngläser genau zu beobachten. Die Stärke des Mondenlichts, die Beschaffenheit der Luft und der Fernröhre läßt übrigens keine allgemeine Regel zu, bis zu welcher absteigenden Größe der Fixsterne ihre Bedeckung vom Monde noch zu erkennen ist. Die Planeten rücken wegen ihres merklichen scheinbaren Durchmessers nach und nach hinter den Mond, und kommen auch eben so am gegenüber stehenden Rande zum Vorschein; allein die Fixsterne, und selbst die von der ersten Größe brauchen hiezu wegen ihres ganz unmerklichen Durchmessers keine Secunde Zeit (§. 373) *). In meinen astronomischen Jahrbüchern werden verschiedene, in unsern Gegenden von Europa vorfallende Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond jährlich im voraus angekündigt.

*) Wegen dieses augenblicklichen Hervorrückens und Verschwindens der Firsterne am Mondrande sind für den Astronomen, Sternbedeckungen noch wichtigere Himmelsbegebenheiten als Sonnen- und Mondfinsternisse.

Nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen und Planeten.

§. 712.

Centrale Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde sind nur in den Erdstrichen sichtbar, über welche alsdann die auf der Erdfläche, zufolge der im 677sten §. gegebenen Vorstellung entworfene Mondbahn, geht. Zu beyden Seiten dieser Mondbahn (die sich allemal auf der Erdkugel gegen Norden oder Süden bogenähnlich hinzieht, nachdem sie vom Aequator nach der einen oder andern Gegend fällt), in einer Entfernung, die dem Halbmesser des Mondes gleich ist, welche unterdessen in Ansehung der Zusammenkunftslinie, an den konvexen Seiten der Erdkugel hinaus sich immer mehr erweitert, wird noch die Bedeckung von längerer oder kürzerer Dauer bemerkt. Außerhalb den Grenzen dieser Zone aber geht der Mond dem Stern in einer größern oder geringern Weite, Nord- oder Südwärts, vorbey, und daher geschehen nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen oder Planeten für einen bestimmten Ort der Beobachtung viel häufiger als wirkliche Bedeckungen. Ihre Erscheinung (wenn die Möglichkeit derselben aus dem Unterschiede der Breite des Mondes und des Sterns nach den obigen Regeln sich ergiebt), die scheinbare Bahn, in welcher der Mond dem Stern vorbeygeht; die Zeit der nächsten scheinbaren ☌; die scheinbare Entfernung der Mittelpuncte ꝛc. wird, wenn die dazu nöthigen Stücke aus den astronomischen Tafeln berechnet wor-

den, nach eben dergleichen Entwürfen wie Fig. 120. und 121. gefunden. Verzeichnet man noch nach der im 491sten §. gegebenen Anweisung die Mondkugel, zufolge ihrer für die Zeit der ☌ statt findenden Libration in ihrer gehörigen Lage, und trägt die merkwürdigsten Mondflecken nach ihrer selenographischen Länge und Breite auf derselben ein, so kann man um die Zeit der Annäherung des Mondes gegen den Stern, mit den dazu dienlichen Instrumenten, verschiedene Abstände des letztern nicht allein vom hellen Mondrande, sondern auch von den bemerkten Mondflecken ausmessen. Eben dies kann auch geschehen, wenn sich der Mond nach der ☌ wieder von dem Stern entfernt, wodurch sich Gelegenheit findet, das, was die Zeichnung, und wenn man sich derselben zu unterziehen für nöthig hält, eine trigonometrische Rechnung zur Erfindung der wahren ☌ oder nächsten Entfernung der Mittelpuncte des Mondes und des Sterns, aus der beobachteten scheinbaren, angegeben, mit dem Himmel vergleichen zu können. Die Astronomen können demnach auch die genauern Beobachtungen dieser Himmelsbegebenheiten mit vielem Nutzen zu geographischen Längenbestimmungen anwenden. Denn seitdem man sich durch Mayers und anderer Bemühungen auf die Richtigkeit der Mondtafeln mehr als jemals verlassen kann, sind Ausmessungen größerer scheinbarer Abstände bekannter Fixsterne vom nächsten Mondrande für eine gewisse Zeit, besonders auf der See, zur Erfindung der Meereslänge mit großem Vortheil gebraucht worden, wovon in der Schiffahrt das Nähere vorkommt.

Nahe Zusammenkünfte der Planeten unter sich und mit Fixsternen.

§. 713.

Die Zusammenkunft zweyer Planeten an einem Ort des Himmels von der Erde aus betrachtet, setzt nur voraus, daß beyde eine gleiche geocentrische Länge haben, und dieses wird alle Jahr verschiedenemal zu beobachten seyn. Merkur und Venus laufen über 4 und $1\frac{1}{2}$mal ihre Bahnen durch, ehe die Erde einmal herum kommt, und legen oft mehr als den ganzen Thierkreis in einem Jahr zurück. Sie können daher für uns einigemal unter sich zusammen kommen, und auch den obern Planeten inzwischen zu begegnen scheinen. Aus der Sonne betrachtet sind sie, nach mittlerer Bewegung gerechnet, allemal nach etwa 145 Tagen beysammen. Die obern Planeten werden aber nicht so oft bey einander gesehen; denn aus der Sonne betrachtet, ist die Zwischenzeit von einer Zusammenkunft des Saturns mit dem Uranus zur nächstfolgenden 45 Jahr 200 Tage; des Jupiters mit dem Saturn 19 Jahr 311 Tage; des Mars mit dem Saturn 2 Jahr 3 Tage; des Mars mit dem Jupiter 2 Jahr 86 Tage. Dies ergiebt sich aus dem Product der beyden Umlaufszeiten durch ihre Differenz dividirt, als z. B. beym Jupiter und Saturn

$$\frac{29,46 \cdot 11,86 \text{ Jahr}}{29,46 - 11,86 \text{ Jahr}} = \frac{349,39}{17,60} = 19 \text{ J. } 311 \text{ Tage}^{*)}.$$

*) Eben so findet man, nach welcher Zeit die Erde mit einem

Diese Zusammenkünfte werden nun auch in einer etwas kürzern oder längern Zeit von der Erde aus bemerkt. Nur in solchen Jahren, in welchen zwey obere Planeten, in der Gegend ihres Gegenscheins mit der Sonne, an einem Ort des Thierkreises erscheinen, können selbige während einigen Monaten mehreremalen geocentrisch zusammen kommen, indem bey dem Vor- und Rückwärtsgehen um diese Zeit, der nähere dem entferntern zuerst einholen, dann zu demselben zurückkommen und ihm hierauf wieder beym Vorwärtsgehen vorbey rükken kann.

§. 714. Wie nahe aber bey einer Zusammenkunft zweyer Planeten der eine dem andern vorbey geht, oder ob ferner gar eine Bedeckung des entferntern vom nähern statt findet, davon hängt das erstere von dem größern oder geringern Unterschiede ihrer geocentrischen Breite ab, und das letztere erfolgt, wenn dieser Unterschied = 0 ist. Aus der Sonne betrachtet fällt der ☊ aller sechs ältern Planeten zwischen dem 16° ♉ und 22° ♋ (§. 423.) also auf einen Bogen der Ecliptik von 66 Grad, und folglich der ☋ zwischen 16° ♏ und 22° ♑, so daß die Knoten des ☿ und ♄ diese Gränzen einnehmen. Demnach haben zwey dieser Planeten, wenn sie von der Erde aus betrachtet, an einem Ort des Firmaments zu stehen scheinen, die mehreste Zeit beyde gemeinschaftlich entweder eine nörd-

---

Planeten heliocentrisch wieder zusammen kömmt, z. B. für Venus und Erde giebt $\frac{365\frac{1}{4} \cdot 224\frac{2}{3}}{365\frac{1}{4} - 224\frac{2}{3}}$ Tage = 584 Tage = dem synodischen Umlauf 1 Jahr 219 Tage (§. 415.).

liche oder südliche Breite, wodurch nähere Zusammenkünfte befördert werden. Dies trifft beym Mars, Jupiter, Saturn und Uran fast allemal zu; allein Merkur und Venus müssen bey ihren geocentrischen Zusammenkünften beyde zugleich entweder diesseits oder jenseits der Sonne stehen; wie sich dergleichen Regeln in einem Entwurf vom Sonnensystem leicht ergeben *). Für eine wirkliche Bedeckung zweyer Planeten ist die Möglichkeit überhaupt sehr eingeschränkt. Denn hiezu wird erfordert, daß dieselben an einer gleichen Seite der Ecliptik erscheinen, auch die geocentr. Breite beyder in ☌ genau gleich groß sey, und daß sie folglich in einer und derselben Ebene gerade hinter einander stehen. Nimmt man noch hierzu, daß selbst die Zusammenkünfte der Planeten in der Länge nicht sehr häufig geschehen, und daß die scheinbaren Durchmesser derselben größtentheils nur wenige Secunden betragen und aufs höchste wie bey der Venus in ihrer Erdnähe auf eine Minute gehen, so ergiebt sich die große Seltenheit dieser eigentlichen Bedeckungen. Unterdessen bringen schon ältere Nachrichten von Kepler die Beobachtungen bey, daß 1563 Jupiter den Saturn; 1590 den 3ten October Venus den Mars; 1591 den 9ten Jan. Mars den Jupiter; 1599 den 8ten Jun. Venus den Merkur; 1737 den 17ten May (nach den Londner Philosophical Transaction.) abermal Ve-

---

*) Wegen der beträchtlichen Neigungen der Bahnen der vier neuern Planeten und ihrer Knotenvertheilung zwischen dem 20° ♊ oder ♐ und 22° ♍ oder ♓ kommen selbige viel seltener nahe beysammen, als jene längst bekannten.

nus den Merkur bedeckt habe; wiewol die 4 ersten in Ermangelung der Fernröhre nur mit bloßen Augen angestellt worden und deswegen vielleicht nicht nach aller Schärfe als richtig anzunehmen sind. Aus neuern Zeiten ist mir keine Bedeckung zweyer Planeten bekannt geworden.

§. 715. Zusammenkünfte der Planeten mit Fixsternen geschehen viel häufiger als Zusammenkünfte der Planeten unter sich. Um einigermaaßen auf einer Himmelscharte zu finden, welchen Fixsternen des Thierkreises ein Planet nahe kommen kann, ist es hinlänglich, einen richtigen Entwurf vom Sonnensystem oder die Tafel im 423sten §. vorzunehmen, woraus sich dieses nach der Lage der Knoten ergiebt. Uranus hat in den Zeichen ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ allemal eine nördliche, hingegen in ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ und ♊ eine südliche geocentrische Breite, welche (die mittlern Entfernungen der Erde und der Planeten von der Sonne zum Grunde gelegt) in ☌ mit der Sonne höchstens 44 Min. in ☍ mit derselben aber 49 Min. austrägt. Unter den nemlichen Bedingungen hat Saturn im ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ ♑ gemeiniglich eine nördliche, und in ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ ♋ eine südliche Breite; welche in ☌ mit der Sonne auf $2\frac{1}{4}°$ und in ☍ auf $2\frac{5}{6}°$ gehen kann. Jupiter erscheint eben so im ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ unter einer nördlichen, und im ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ unter einer südlichen Breite; in der ☍ kann selbige bis auf $1\frac{2}{3}°$ und in der ☌ mit der Sonne auf $1\frac{1}{10}°$ gehen. Mars läuft gewöhnlich im ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ nördlich über und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ südlich unter der Ecliptik.

Seine geocentrische Breite ist aufs höchste in der ☍ im ♌ $4\frac{1}{2}°$, und im ♒ gegen 7°; in der ☌ aber im ♌ $1\frac{1}{6}°$ und im ♒ $1\frac{1}{12}°$. (§. 438.) Venus hat, wenn sie einige Monate vor und nach ihrer obern ☌ mit der Sonne in ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ gesehen wird, die mehreste Zeit, eine nördliche, und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ eine südliche Breite. Einige Zeit vor und nach ihrer untern ☌ mit der Sonne aber in den erstern Zeichen gemeiniglich eine südliche, und in den letztern eine nördliche Breite *). Merkur kommt wenig zu Gesicht. Wirkliche Bedeckungen der Fixsterne von den Planeten sind seltene Erscheinungen, weil diese wegen der äußerst geringen scheinbaren Durchmesser beyder Arten Himmelskörper erfordern, daß der Unterschied ihrer geocentrischen Breite entweder völlig 0 sey, oder nur wenige Secunden betrage. Es werden aber doch von Zeit zu Zeit dergleichen Bedeckungen beobachtet, und man findet davon schon in alten astronomischen Werken Meldung. So bedeckte Venus den 16ten Sept. 1574 und den 25sten Sept. 1598 den Regulus; den 19ten Dec. 1633 Jupiter einen Stern an den Füßen der Zwillinge, 1672 den 1sten October Mars

*) Die jährliche Parallaxe der Erdbahn kann nach den verschiedentlichen Richtungen, unter welchen sie uns einen Planeten zeigt, hie und da einige Ausnahmen veranlassen, nie aber verwandelt sie eine nördliche Breite in eine südliche und umgekehrt. Die Lage aller Planetenbahnen aus der Sonne gesehen ist unveränderlich, und ließe sich daher, zufolge ihrer Neigungen gegen die Ecliptik und der bekannten Oerter der Knoten auf Charten vom Thierkreise, entwerfen.

Mars den Stern 2. ♆ im Wasserguß des Wassermanns; den 7ten Jan. 1679 Saturn den Stern • am südlichen Horn des Stiers rc. *).

Von den Vorübergängen des Merkurs und der Venus vor der Sonnenscheibe.

§. 716.

Wenn die beyden Planeten Merkur und Venus zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne zugleich in die Nachbarschaft ihres auf oder niedersteigenden Knotens kommen, und ihre geocentrische Breite dann den Halbmesser der Sonne nicht übersteigt, so zeigen sie sich als schwarze runde Flecken auf der Sonne, und gehen in einigen Stunden, da beyde alsdann rückgängig sind, von Osten gegen Westen, über die Sonnenscheibe. Merkur bedeckt etwa den 150sten und Venus den 30sten Theil vom Durchmesser der Sonne, und es sind dies daher eine gewisse Art Sonnenfinsternisse, wobey nur der Halbschatten dieser Planeten auf die Erde fällt. Vor Erfindung der Fernröhre, und ehe die Astronomen an die Möglichkeit dieser Erscheinungen dachten, ist Merkur so wenig als

---

*) Auch ein uns sichtbarer Komet könnte bey seiner scheinbaren Fortrückung am Himmel, einen entferntern Planeten bedecken oder vielleicht von einem nähern bedeckt werden, wovon aber noch keine Beobachtungen vorhanden sind. Weit eher ist es aber möglich, daß ein Komet einen Fixstern bedeckt; so beobachtete la Lande am 12ten Jan. 1764 die Bedeckung eines kleinen Fixsterns im Schwan von dem damals sichtbaren Kometen.

Venus vor der Sonne beobachtet worden *). Ein Durchgang des Merkurs stellt sich in jedem Jahrhundert nur etwa 13mal ein. Venus aber zeigt sich noch viel seltener vor der Sonne, denn wenn in 8 Jahren zwey Durchgänge nach einander erfolgt sind, so verfließen gemeiniglich 105 Jahre bis zu dem nächstfolgenden. Diese Himmelsbegebenheiten sind sehr wichtig und merkwürdig, weil sie nicht allein selten geschehen, sondern auch die beste Gelegenheit darbieten, die Theorie der Laufbahnen dieser beyden untern Planeten zu berichtigen, und vornemlich, weil ein beobachteter Durchgang der Venus auf die genaueste Erfindung der Sonnenparallaxe, und damit zu richtigen Bestimmungen der wahren Entfernung und Größe der Sonne und aller Planeten, so wie zur Kenntniß des Umfanges unserer Sonnenwelt führt, wovon schon im §. 558. u. f. das nöthigste angezeigt worden.

§. 717. Der aufsteigende Knoten des Merkurs liegt aus der Sonne betrachtet im 16° Grad des ♉ und folglich der niedersteigende im 16° Grad des ♏ (§. 423.) Da wir nun die Sonne in der Nachbarschaft dieser Puncte, den 6ten May und 8ten November sehen, so ist nur um diese Zeit ein Durchgang des Merkurs möglich, und er geschieht wirklich, wenn Merkur alsdann zugleich in seiner untern ☌ mit der Sonne, und heliocentrisch nicht über $3\frac{1}{2}$ Grad von seinem ☋ im May oder ☊ im November entfernt ist.

*) Ob man gleich die Venus allenfalls mit bloßen Augen auf der Sonne hätte erkennen können.

Diese zwey Bedingungen treffen aber nur bey wenigen untern Zusammenkünften zu. Denn Merkur steht zwar alle 116 Tage mit der Sonne in der untern ☌ (§. 415.), allein dies geschieht die mehreste Zeit in ganz andern Puncten des Thierkreises, und er ist daher nicht allemal zugleich in dieser nahen Nachbarschaft eines seiner Knoten. Die kürzeste periodische Wiederkehr solcher Zusammenkünfte, die nahe bey den Knoten geschehen und Durchgänge mitbringen, trifft sich gemeiniglich erst nach 6 Jahren 9 Tagen beym aufsteigenden oder 13 Jahren 3 Tagen beym niedersteigenden. Aus diesen Gründen hat Merkur vom Jahr 1631 bis zum Jahr 1799 nur 23mal nach der Berechnung vor der Sonne erscheinen können, und zwar 16mal im November beym ☊ und 7mal im May beym ☋ *).

§. 718. Kepler kündigte zuerst Anno 1627 nach den von ihm selbst verfertigten Tafeln einen Durchgang des Merkurs für das Jahr 1631 an, welchen unter andern Gassend zu Paris am 7ten November des Morgens wirklich beobachtete. Nachher sind folgende Durchgänge beobachtet worden: Der 2te, im Jahr 1651 den 3ten November zu Surate in Ostindien, von einem englischen Astronomen Shakerley. Der 3te,

*) Da die Sonnenferne des ☿ im 14° ♐ liegt (§. 419.), so ist dieser Planet bey seinen Durchgängen im May der Erde beträchtlich näher, und seine geocentrische Breite erscheint bei einem gleichen Abstand vom Knoten größer (§. 438.), als wenn solche im Nov. statt finden, daher werden die Gränzen der Möglichkeit jener Durchgänge enger als dieser, und folglich muß ☿ im May seltener vor der Sonne erscheinen als im November.

am 3ten May 1661 von Hevel zu Danzig. Der 4te am 7ten November 1677 von Halley auf der Insel St. Helena. Der 5te den 10ten Nov. 1690 zu Canton in China. Der 6te am 3ten Nov. 1697. Der 7te am 9ten Nov. 1723. Der 8te am 11ten Nov. 1736 alle drey von verschiedenen Astronomen in Europa. Der 9te am 2ten May 1740 in Neu-England. Der 10te am 5ten Nov. 1743. Der 11te am 6ten May 1753 beyde in Europa. Der 12te am 7ten Nov. 1756 in China u. Ostindien. Der 13te am 9ten Nov. 1769. Der 14te am 2ten Nov. 1776, beyde in Amerika. Der 15te am 12ten Nov. 1782. Der 16te am 3ten May 1786. Der 17te am 5ten Nov. 1789, der 18te am 7ten May 1799, alle vier in Europa. Im gegenwärtigen neunzehnten Jahrhundert wird Merkur 13mal vor der Sonne vorüber gehen, nemlich 4mal im May und 9mal im November *). Die drey nächsten Durchgänge erfolgen im Jahr 1815 den 12ten Nov.; 1822 den 5ten Nov. und 1832 den 5ten May **).

§. 719. Der aufsteigende Knoten der Venus liegt von der Sonne aus betrachtet, im 14° ♊ und der

---

*) Der erstere ist bereits am 9ten Nov. 1802 beobachtet. Sämmtliche Durchgänge sind berechnet, vom Hrn. D. Koch in Danzig, im astronom. Jahrb. 1801. Seite 215, und die 10te Fig. daselbst liefert eine Abbildung derselben; ferner vom Hrn. Etatsrath v. Schubert in Petersb. im astronomischen Jahrbuch 1804. Seite 133—149. Auch in de la Lande Astronomie, 2ten Bandes. Seite 457.

**) Die beyden erstern treffen bey uns zur Nachtzeit ein, der dritte aber um die Mittagsstunde und ist daher überhaupt in ganz Europa sichtbar.

niedersteigende im 14° ♐. In dem ersten Punct erscheint uns die Sonne am 4ten Jun. und im letztern am 5ten December, oder umgekehrt, einem Zuschaner in der Sonne die Erde, nemlich am 5ten Dec. im 14° ♊ und am 4ten Jun. im 14° ♐. Demnach können sich nur um diese Zeit die Durchgänge der Venus einstellen, und zu ihrer Möglichkeit werden die beyden Bedingungen erfordert, daß Venus in dieser Gegend in der untern Zusammenkunft mit der Sonne, und auch zugleich heliocentrisch nicht über 1° 49′ von ihrem nächsten Knoten entfernt sey. Beyde treffen aber ungemein selten zusammen. Die Venus kommt zwar alle 584 Tage in die untere ☌ mit der Sonne, und vollendet in 8 Jahren weniger 2 Tagen genau 5mal diesen synodischen Umlauf (§. 416.), denn

$365\frac{1}{4}$ Tage . 8 = 2922 Tage — 2 = $\frac{2920}{584}$ = 5, so

daß sie nach dem letztern Zeitverfluß aus der Sonne betrachtet, wieder mit der Erde an einem Ort des Himmels erscheint; allein sie ist nicht allemal zugleich in der Nachbarschaft eines ihrer Knoten. Gesetzt Venus komme in diesem Jahre mit der Sonne in den ersten Tagen des Juni gleich nach dem ☋ zusammen, und gehe 9 Minuten südlich vom Mittelpunct der Sonnenscheibe vorüber, so wird sie diesemnach über 8 Jahr, 2 Tage früher in der untern ☌ mit der Sonne vor dem ☋ seyn und alsdann nach der Rechnung 19 Min. nördlicher, folglich unter einer nördlichen Breite von 10 Min. vor der Sonne erscheinen. Daher sind hier zwey Durchgänge nach einander in

8 Jahren möglich (weil der Durchmesser der Sonne über 31 Min. austrägt). Wenn dann nach 8 Jahren weniger 2 Tagen die Venus abermal in der Gegend des ☋ bey der Sonne erscheint, so wird sie weiter vom ☋ entfernt, etwa noch 19 Min. mehr nördlich, folglich unter einer Breite von 29 Min. erscheinen und also 14 Min. nordwärts außerhalb der Sonnenscheibe vorbeygehen. Eben dies wird mit einer zunehmenden Entfernung alle 8 Jahr geschehen, und gemeiniglich erst nach 235 Jahren wird wieder ein Vorübergang bey diesem Knoten möglich, obgleich inzwischen einer oder zwey bey dem gegenüberstehenden oder aufsteigenden Knoten im December vorgefallen seyn können, weil auch hiebey die vorigen Perioden mit einiger Veränderung statt finden. Denn wenn z. B. im gegenwärtigen Jahre im Dec. ein Durchgang bald nach dem ☊ und also am nördlichen Theil der Sonne beobachtet worden, so würde sich ein solcher nach 8 Jahren um etwa 2 Tage früher abermal zeigen können, weil Venus alsdann vor dem ☊ und nach der Rechnung um 24 Min. südlicher steht. Allein in allen folgenden 8jährigen Zusammenkünften wird Venus der Sonne südwärts vorbey gehen, weil die Entfernung auf dieser Seite immer zunimmt, bis endlich nach etwa 235 Jahren die Möglichkeit sich wieder einstellt, die Venus auch beym ☊ im December abermal vor der Sonne zu sehen. Es finden unterdessen noch mehrere Perioden statt, nach welchen sich ein Durchgang der Venus einstellt. Diese höchst merkwürdige Himmelsbegebenheit ist daher seit 169 Jahren nur erst dreymal beobachtet worden.

§. 720. Kepler kündigte zuerst im Jahr 1627 zwey Durchgänge der Venus in den Jahren 1631 und 1761 im voraus an, wiewol der erste wegen seiner noch unvollkommenen Tafeln nicht zur berechneten Zeit erfolgte, so viel auch Gaßend vom 4ten bis 8ten Decb. sich darnach umsahe *). Kepler starb kurz vorher (§. 572.) und konnte hiernach nicht selbst eine Verbesserung seiner Tafeln vornehmen. Dahingegen aber erschien Venus im Jahr 1639 wirklich vor der Sonnenscheibe, und dieser Durchgang wurde sonst von keinem als von Horoccius zu Hoole in England erwartet, wozu ein besonderer Zufall die Gelegenheit darbot. Nach einer Berechnung der untern ☌ der ♀ mit der ☉ im Decb. aus den sehr unzuverläßigen Lansbergischen Tafeln, fand dieser Astronom, daß Venus am nördlichen Theil der Sonne vorbey gehen werde, dahingegen die Rudolphinischen Tafeln von Kepler den Planeten südwärts etwas außerhalb der Sonne brachten. Horoccius wurde unterdessen hierdurch veranlaßt, am Tage der ☌ den 24sten Nov. alten oder 4ten Dec. neuen Stils 1639 die Sonne fleißig zu beobachten; und er sahe zuerst nebst seinem Freund Crabtre, dem er davon vorher Nachricht gegeben, und der einige Meilen von Hoole beobachtete, gegen den Untergang der Sonne die Venus während einer halben Stunde vor dem südlichen Theil der Sonnenscheibe, so daß doch die Keplerschen Tafeln besser als die Lansbergischen mit

*) Doch glaubt man, daß Venus damals wirklich in der Nacht vom 6ten zum 7ten Dec. nahe am nördlichen Rande der Sonne vorübergegangen.

dem Himmel übereinstimmten, und Venus vor ihrem ☊ unter einer südlichen Breite erschien. Der zweite von Kepler zuerst angekündigte Durchgang ist im Jahr 1761 den 6ten Jun. erfolgt, und da die Astronomen lange im voraus (im Jahr 1677) durch Halley auf die wichtigen Vortheile, welche eine dergleichen seltene Begebenheit der Sternkunde leistet, aufmerksam gemacht worden, so haben sie keinen Fleiß, und Fürsten keine Kosten gespart, um solche bestens zu nutzen. Venus war damals ihrem ☋ nur etwas vorbey und ging unter einer südlichen geocentrischen Breite von 10 Min. dem Mittelpunkt der Sonne vorbey. Der dritte Durchgang traf im Jahr 1769 am 3ten Jun. des Abends ein *) und wurde nicht weniger wie jener für die Vervollkommnung der Sternkunde vortheilhaft beobachtet. Hiebey war Venus noch vor ihrem ☋ und ging unter einer Breite von 10 Min. dem Mittelpunct der Sonne nordwärts vorbey. Beyde Durchgänge dauerten etwa 6 Stunden. Im gegenwärtigen neunzehnten Jahrhundert wird Venus gleichfalls nur zweymal vor der Sonne erscheinen, nemlich im Jahr 1874 den 9ten Dec. des Morgens, und 1882 den 6ten Dec. des Nachmittags. Der erste Durchgang wird in unsern Gegenden von Europa gar nicht, der zweyte aber nur zum Theil sichtbar seyn. Im folgenden zwanzigsten Jahrhundert ist kein Durchgang der Venus zu erwarten.

*) Ich sahe damals in meiner Vaterstadt Hamburg die Venus, kurz vor Sonnenuntergang, da sich nach einem gehabten Regen die Gewölke theilten, einige Minuten hindurch, am obern Rande der Sonne eingetreten.

§. 721. Die Berechnung eines Durchganges der Venus oder des Merkurs wird aus den Sonnen- und Planetentafeln vorgenommen, wenn man den Tag, da derselbe möglich ist, vorläufig weiß. Man sucht die Zeit der wahren ☌ des Planeten mit der Sonne in der Ecliptik, und seine geocentrische Breite, die Zeit des Mittels und die nächste ☌ der Mittelpuncte, den Ein- und Austritt, alles für den Mittelpunct der Erde, woraus sich nachher das, was die Parallaxe der Sonne und der Venus oder des Merkurs an der Erscheinung, nach Zeit und Ort, aus irgend einem Punct der Erdoberfläche betrachtet, verändert, finden läßt. Die Verfahrungsart, nach welcher ein Durchgang für den Mittelpunct der Erde, worauf ich mich hier nur einlassen kann, gefunden wird, ist bey beyden Planeten einerley, und man legt am besten die heliocentrische Länge, Breite 2c. zum Grunde, weil diese sich geradehin aus den Tafeln finden läßt. Ich will zum Beyspiel die Berech- des letztern Durchganges der Venus vom 3ten Junii 1769 kürzlich vorstellen.

§. 722. Zuerst berechnet man, etwa aus de la Lande Venus- und de Lambres Sonnentafeln die heliocentrische Länge der Venus und Erde für den Mittag eines gewissen Meridians, und aus dem 24stündlichen Unterschiede beyder Bewegungen, wie viel Venus in 24 St. geschwinder als die Erde fortrückt (sich relativ bewegt), ferner: die wahre Zeit, wenn Venus und Erde aus der Sonne betrachtet, an einem Ort gesehen werden, oder die Venus

in der untern ☌ mit der Sonne erscheint. Ferner sucht man für diese Zeit: Die heliocentrische Breite der Venus und deren stündliche Veränderung, den Abstand der Erde und Venus von der Sonne, den Halbmesser und die stündliche Bewegung der Sonne. Nun war, bey dem Durchgang von 1769: Untere ☌ ♀ ☉ den 3ten Juni um 10 Uhr 9′ Ab. wahrer Zeit zu Paris und zugleich heliocentrische Breite der Venus 4′ 1″ nördlich abnehmend; stündliche Veränderung ihrer heliocentrischen Breite 14″; Stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik 5′ 57″; Stündliche Bewegung der Sonne oder Erde 2′ 23″; Halbmesser der Sonne 15′ 47″; demnach relative stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik 1′ 34″; Abstand der Venus von der Sonne 7262; von der Erde 2889. (mittl. Abstand der Erde von der ☉ = 10000.)

§. 723. Nun sey Fig. 123 S der Mittelpunct der Sonne, O der Mittelpunct der Erde; V Z ein Theil der Venusbahn, so kann man sich einen Kegel A O B gedenken, dessen Grundfläche die Sonne und dessen Spitze O im Mittelpunct der Erde liegt. Wenn also Venus aus O betrachtet, vor der Sonne vorüber gehen soll, so geschieht dieses mittlerweile, da dieselbe durch eine kreisförmige senkrecht auf der Axe dieses Kegels stehende Ebene geht, deren Durchschnitt a b ist und aus der Sonne unter dem Winkel a S b erscheint. Kommt Venus in a, so berührt sie den östlichen Rand der Sonne bey A, in c ist sie mitten auf ihrem Wege und zeigt sich in S und bey ihrem Austritt in b verläßt sie

wieder bey B den westlichen Rand der Sonne, welches auch bereits Figur 100 zeigt. Der scheinbare Halbmesser der Scheibe a b, durch welche Venus während ihres Vorüberganges rückt, aus der Sonne betrachtet, oder der Winkel c S b wird, weil er nur einige Minuten austrägt, ohne merklichen Fehler eben so wie oben §. 565 gefunden, nemlich: S c : c O = S B : c b und daher im gegenwärtigen Beyspiel 7262 : 2889 = 15′ 47″ : 6′ 17″. Mit diesem Halbmesser ist nach einem gewissen Maaßstab der Kreis Fig. 124 beschrieben, innerhalb welchem Venus, so lange ihr Durchgang dauert, aus der Sonne gesehen wird; a b ist ein Theil der Ecliptik, in a Osten, in b Westen, und c d ein Breitenkreis, auf welchem die ☌ der Venus mit der Sonne in der Länge geschieht. Die heliocentrische Breite in ☌ 4′ 1″ wird nordwärts von c nach e getragen, so ist Venus in der ☌ in e. Die Tangente der scheinbaren Neigung der Bahn der Venus mit der Ecliptik findet sich, wenn man die stündliche Veränderung der Breite durch die stündliche relative Bewegung in der Ecliptik dividirt, demnach $\frac{14''}{94''} = 0,1489 =$ Tang 8° 28′. Dieser Winkel fällt an der Westseite des Breitenkreises, weil ♀ zu ihrem ☋ geht, und hiernach läßt sich die Sehne r e t als die relative Bahn der Venus, in Absicht der hiebey als stillstehend voraus gesetzten Erde, ziehen; in r wird der Mittelpunct der Venus zuerst in die Sonne treten, im m, wohin das Perpendicul c m fällt, ist das Mittel des Durchganges und zugleich die nächste ☌ und in t tritt der Mittelpunct der Venus wieder aus der Sonne, m c e ist der Neigungswinkel der Venusbahn.

§. 724. Der Unterschied zwischen der ☌ in der Ecliptik in e und nächsten ☌ in m = em wird durch ce . Sin. mce gefunden, demnach 241″ . Sin. 8° 28′ = 35″,5; imgleichen die relative stündliche Bewegung in der Bahn, wenn man die relative stündliche Bewegung in der Ecliptik durch den Cos. der Neigung dividirt, also $\frac{94''}{\text{Cos. } 8^\circ\ 28'} = 95'' = 1'\ 35''$. Um nun em = 35″,5 in Zeit zu verwandeln, setze man: 1′ 35″ : 60′ = 35″,5 : 22′ und diese zur Zeit der ☌ in e 10 Uhr 9 Min. addirt, giebt das Mittel in m um 10 Uhr 31 Min.; der kürzeste Abstand cm findet sich durch ce . Cos. mce oder 241″ . Cos. 8° 28′ = 238″ = 3′ 58″. Um die halbe Dauer des Durchganges mr = mt zu finden, dient das eine oder das andere rechtwinklichte Dreyeck mcr oder mct. Es ist nemlich $cr^2 - cm^2 = mr^2$ und in Zahlen $377''^2 - 238''^2 = 85485$; hieraus die Quadratwurzel, bringt mr = 292″. Um diese in Zeit zu verwandeln, wird, wie oben gesetzt, 95″ : 60′ = 292″ : 184′ = 3 St. 4′. Diese halbe Dauer vom Mittel abgezogen und dazu addirt, giebt den Ein- und Austritt der Venus in r und t, aus dem Mittelpunct der Sonne, oder vor der Sonnenscheibe, aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet. Ersterer geschieht um 7 Uhr 27′ Abends den 3ten Juni, und letzterer um 1 Uhr 35′ Morgens den 4. Juni, so daß der ganze Durchgang 6 St. 8′ dauert. Dies ist aber von dem Mittelpunct der Venus zu verstehen; und um die äußere Berührung der Venus- und Sonnenränder beym Ein- und Austritt zu finden, müßte

der scheinbare Halbmesser der Venus, den man in der Entfernung O c Fig. 123. 30″ setzt, auf die Entfernung S c reducirt und zur Seite c r Fig. 124. addirt werden, ehe man die halbe Dauer sucht. Man kann sich auch vorstellen, daß der Kreis Fig. 124. die Sonne sey, weil der Weg der Venus über demselben r t in seiner gehörigen Lage und Entfernung von a b eben so verhältnißmäßig darauf vorkömmt, als wenn man die Sonne mit einem Halbmesser, der sich zu a c wie 6′ 17″,: 15′ 47″ verhält, besonders entwerfen und alles geocentrisch berechnen wollte.

§. 725. Will man aber die Erscheinung, so wie sie am Firmament vorgeht, abbilden, so wird die Sonnenscheibe und der Weg der Venus über dieselbe aus der 124sten Figur umgewendet, genommen, wie die 125ste Fig. vorstellt, so daß Osten zur Linken und Westen zur Rechten kömmt. Diese Figur zeigt auch noch, wie die relative Bahn der Venus r t außerhalb der Sonne gegen Westen verlängert, mit der Ecliptik A B im ☋ oder dem niedersteigenden Knoten der Venus zusammen kömmt, und die Veranlassung zu dem Durchgang von 1769 gegeben, da nemlich Venus nur 1° 6′ vor dem ☋ mit der Sonne in die untere ☌ kam, und folglich ihre nördliche geocentrische Breite geringer war als der Halbmesser der Sonne. Wie nun ferner die Wirkung der Sonnen- und Venusparallaxe den Ein- und Austritt und die Dauer des Durchganges aus verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche betrachtet, verändert, auch wie sich hieraus Gründe zur Erfindung der Größe dieser Parallaxe darbieten, habe ich bereits

vom §. 558. — 561. meiner Absicht gemäß, indem ich nur ihre Möglichkeit zeigen wollte, vorgetragen *).

Eilfter Abschnitt.

Von den Kometen, ihrer Gestalt, Anzahl, scheinbaren und wahren Bewegung, Lauf der bisher bekannten, wahrscheinlichen Meinungen über ihre Beschaffenheit; Austheilung und Bestimmung.

§. 726.

Diese Himmelskörper, deren beträchtliche Anzahl nicht zu bestimmen ist, erscheinen nur von Zeit zu Zeit und unerwartet. Sie haben gemeiniglich ein blasses Licht, eine runde planetenähnliche Gestalt, sind aber ge-

---

*) S. Röhls Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus (Greifsw. 1768) und meine Abhandlung, nebst einer allgemeinen Charte vom Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe, 1769 den 3. Juni, (Hamburg 1769). Am vollständigsten hat diese Materie la Lande im IXten Buch seiner Astronomie abgehandelt. Ich bemerke noch, daß die Venus auch zuweilen hinter der Sonnenscheibe weggehen kann, wenn sie bey ihrer obern ☌ in die Nähe eines ihrer Knoten kömmt. Diese Bedeckungen der Venus von der Sonne dauern aber wegen der dabey statt findenden langsamerern relativen Be-

wöhnlich dergestalt in einem starken Nebel oder Lichtschimmer eingehüllt, daß man wenig von ihrem eigentlichen Körper erkennen kann. Manche erscheinen blos als runde Nebelflecke, andere und die mehresten haben einen neblichten, blaßschimmernden Schweif. Man hat zuweilen Kometen mit sehr langen und glänzenden Schweifen am Firmament gesehen, und von diesen Schweifen ist ihre Benennung entstanden (s. Fig. 131). Diese anscheinende Fremdlinge sind von den Planeten und Fixsternen außer ihrer neblichten und geschweiften Gestalt, auch besonders durch ihre Bewegungen unterschieden. Sie durchlaufen, während ihrer Sichtbarkeit, eine größere oder geringere Strecke am Himmel nach allen möglichen Richtungen mit sehr verschiedentlicher Geschwindigkeit, in einer längern oder kürzern Zeit. Man sieht sie oft schon durch Fernröhre, ehe sie den bloßen Augen sichtbar werden, und im Gegentheil zeigen sie sich noch durch diese optischen Werkzeuge eine Zeitlang als schwache Nebelflecke, nachdem unbewaffnete Augen keine Spur mehr von ihnen bemerken. Die unerwarteten Erscheinungen der Kometen, ihr neblichtes

---

wegung der Venus gegen Osten viel länger als ihre Vorübergänge. So z. B. fiel im Juni 1781 beym ☊ eine solche Bedeckung vor. Der Mittelpunct der Venus trat nach meiner Berechnung, am westlichen Sonnenrand ein, den 1sten Juni um 4 Uhr 21′ Nachmittags, war den 2. Juni um 2 Uhr 45′ Nachmittags dem Mittelpunct der Sonne auf 3′ 33″ südlich am nächsten, und trat am östlichen Sonnenrand wieder aus den 3. Juni um 1 Uhr 9′ Nachmittags, verweilte sich also hinterhalb der Sonnenscheibe 44 Stunden 48 Minuten. Diese Begebenheiten fallen häufiger vor als Vorübergänge, sind aber des Sonnenglanzes wegen nicht zu beobachten.

trübes Ansehen; ihre oft sonderbaren Gestalten, und vornemlich ihre Schweife, haben seit dem entferntesten Alterthum der Unwissenheit und dem Aberglauben, vielfache Gelegenheit dargeboten, sich solche als bedeutende Zeichen, womit die erzürnte Gottheit der Erde Krieg, Pest und alles Unglück drohe, vorzustellen. Auch viele Astronomen hielten sie ehedem für bloße Lufterscheinungen, für Ausdünstungen der Sonne und Planeten rc. Statt aller dergleichen unrichtigen Vorstellungen hat uns die neuere Sternkunde des bessern belehret, daß die Kometen höchstwahrscheinlich gleichfalls beständige Weltkörper sind, zu unserm Sonnensystem gehören, sich um die Sonne bewegen, und von derselben erleuchtet werden.

§. 727. Daß die Kometen um die Sonne laufen, ergiebt sich augenscheinlich aus ihren nunmehr bekannten regelmäßigen aber sehr langen elliptischen Bahnen, in welchen sie sich nahe um dies wohlthätige Gestirn herumschwingen. Daß sie ihr Licht, wenigstens zum Theil, von der Sonne haben, scheint daraus zu folgen, daß sie, durch Fernröhre betrachtet, gewöhnlich nach der Seite der Sonne hin, etwas heller erscheinen, wiewol sich dies nicht bey allen wegen ihrer starken lichtschimmernden Atmosphären beobachten läßt. Einige sollen sich auch, zufolge ihrer Stellung gegen Erde und Sonne, nur zum Theil erleuchtet gezeigt haben *). Daß sie beständ-

*) Dies bemerkte man besonders bey dem Kometen von 1744, dem merkwürdigsten des achtzehnten Jahrhunderts. Schon Hevel bringt hierüber Beobachtungen bey.

beständige Weltkörper sind, schließt man aus ihrem, den Planeten ähnlichen Lauf im Weltraum; ferner, weil wirklich einer unter ihrer großen Menge schon verschiedenemal wiedergekehrt, und man zufolge der Berechnung noch die künftige Rückkehr des einen oder andern mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten kann. Wir würden aber überhaupt in der Kometenlehre, und vornemlich in der Kenntniß ihrer wahren Bahnen weiter seyn, wenn uns schon die Alten über ihren scheinbaren Lauf genauere Beobachtungen hinterlassen hätten. So aber begnügten sie sich, größtentheils ihre erscheinenden Gestalten, Schweife rc. anzustaunen, hieraus nach astrologischen Hypothesen Prophezeihungen zu wagen, und ihre Oerter am Himmel nur beyläufig zu bemerken. Lubiniezki, Hevel und andere haben uns Verzeichnisse von mehr als 400 der in den Geschichtsbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23sten Jahrhundert vor, bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts nach Christi Geburt erschienen sind, mit allen Prophezeihungen und Unglückshistorien geliefert, worunter aber nur die Bahnen von 10 Kometen, und noch dazu ziemlich unvollständig haben berechnet werden können. Und dann zeigen diese Verzeichnisse augenscheinlich, daß die Alten oft Lufterscheinungen, Nordlichter, Feuerkugeln rc. für Kometen gehalten *). Seit der letztern Zeit sind fast

---

*) Ein Kometenverzeichniß dieser Art, aus Nachrichten von verschiedenen alten Schriftstellern, kommt, dem historischen Theil nach, ins Kurze zusammengezogen, im 1sten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln von Seite 23 bis 34, vor. Es geht bis zum Jahr 1774, und enthält 480

alle erschienene Kometen, deren Anzahl sich nunmehr auf etwa 80 beläuft, berechnet worden.

§. 728. Ehedem konnten Kometen nicht nur von Astronomen, sondern auch von Leuten, die sich bey nächtlicher Weile in freyer Luft aufhalten, zufällig entdeckt werden, da nur die großen, mit bloßen Augen sogleich sichtbaren, zur Kenntniß des Erdbewohners kamen. Allein, da man in neuern Zeiten mehr wie jemals, und auch durch Fernröhre den gestirnten Himmel durchzumustern Veranlassung findet, so werden gewöhnlich auch die kleinen beständig mit bewaffneten Augen oft nur als schwache Nebelflecke kenntlichen Kometen entdeckt und beobachtet, und daher hat sich die Anzahl der erschienenen Kometen in den letztern 50 Jahren ungemein vermehrt, indem fast kein Jahr vergeht, da nicht ein solcher entfernter Komet sich zeigt; auch sind zuweilen zwey Kometen in einem Jahr bemerkt worden *). Man bedient sich zu ihrer Aufsuchung mit dem besten Erfolg zwey- oder dreyfüßige Fernröhre, die sowol ein breites Objectiv als Ocular- oder Augenglas haben, und daher zwar wenig vergrößern, aber die Gegenstände am Himmel in einem sehr lebhaften Lichte zeigen, auch einen

---

wahre oder angebliche Kometen, wovon aber nur der Lauf von 63 größtentheils in neuern Zeiten beobachteten, hat berechnet werden können.

*) Im Jahr 1790 wurden drey Kometen beobachtet. Im Jahr 1805 zwey auf einmal. Im vorigen Jahrhundert haben die Astronomen 59 Kometen beobachtet, wovon nur sehr wenige sich mit bloßen Augen oder in einer ansehnlichen Größe zeigten.

beträchtlichen Raum auf einmal übersehen lassen. Man nennt solche deshalb auch Kometensucher oder Sternsucher (Nachtfernröhre) *). Wenn ein neu dadurch entdeckter Komet sich ohne Schweif zeigt, so kann man ihn beym ersten Anblick leicht mit einem Nebelfleck verwechseln, man muß daher entweder eine Kenntniß, wenigstens von den vornehmsten dieser überall am Himmel zerstreueten Körper haben, oder die Fortrückung des Kometen an seiner Ortsveränderung gegen die ihm zunächst benachbarten Fixsterne zu bemerken suchen, welches aber gewöhnlich erst in der folgenden Nacht geschehen kann, indem kleine Kometen in einigen Stunden unmerklich sich bewegen. Uebrigens dürfen nicht alle Kometen bey uns aufgesucht werden. Es kann ein Komet um den Südpol zuerst erscheinen, und dann bereits in einer beträchtlichen Größe auf einmal über unsern Horizont kommen. Ein anderer kann auch während dem Mondscheine oder bey Tage sich der Erde nähern, und erst, wenn ihn das Mondenlicht nicht mehr unkenntlich macht, oder er aus der Abend- oder Mor-

*) Mechain und Meßier haben besonders das Glück gehabt, von 1760 bis 1790 beym fleißigen Nachsuchen durch solche Nachtfernröhre 21 Kometen zu entdecken. Das Fernrohr dieser Art des letztern, ist 2 Fuß lang; das Objectivglas desselben hat 2½ Zoll Oeffnung und 3 Oculare; das zunächst dem Auge befindliche hat 2¼ Zoll Brennweite und 10 Linien Oeffnung, das zweyte 9, das dritte 9¼ Zoll, zwischen beyden 10 Linien, und 6 Zoll zwischen dem ersten und zweyten. Zwischen den beyden letztern steht ein Diaphragma von 14 Linien; 2 Zoll vom erstern und 3 vom andern entfernt. Dies Fernrohr vergrößert nur 5mal, es faßt aber am Himmel ein Feld von 4 Grad.

gendämmerung hervorrückt, sich sogleich den bloßen Augen darstellen *).

§. 729. Man weiß, daß die Philosophen der pythagorischen Schule sich bereits sehr richtige Vorstellungen von den Kometen gemacht haben; auch hat uns Seneca merkwürdige Gedanken über diese Körper, die unserm Zeitalter angemessen zu seyn scheinen, hinterlassen. Desto sonderbarer aber ist es, daß sich noch lange nachher, und bis zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, die ungegründetsten Erklärungen über die Natur derselben bey den berühmtesten Astronomen und Naturforschern erhalten haben. Aristoteles, Ptolemäus, Tycho, Kepler, Galiläus, Hevel, und andre, sahen die Kometen für Ausdünstungen unserer Atmosphäre oder der andern Planeten, für neu entstandene Weltkörper rc. an. Tycho bemerkte zuerst, daß die Kometen ihre eigne Bahnen im Sonnensystem beschreiben, daß sie weiter wie der Mond von uns stehen müssen, und folglich keine Lufterscheinungen seyn können, wiewol er über die eigentliche Gestalt dieser Bahnen, so wie Kepler, Galiläus der ältere, Cassini und andre, eine unrichtige Meinung hegte. Hevel kam schon der Wahrheit etwas näher, indem er annahm, daß die Kometen, welche er aber für zusammengeballte Theile aus der Atmosphäre des Saturns und anderer Planeten hielte, aus denselben nach einem gegen die

*) S. Hrn. Dr. Olbers Bemerkungen über die Aufsuchung der Kometen im astronomischen Jahrbuch 1809, Seite 240 — 248.

Sonne sich krümmenden parabolischen Bogen im Weltraum fortgeworfen würden. Dörfel, ein Landgeistlicher zu Plauen in Sachsen, zeigte zuerst, im Jahr 1681, daß man richtig voraussetzen könne, die Kometen beschreiben, so lange sie uns sichtbar sind, parabolische Bahnen, in deren Brennpunct die Sonne liegt *). Diese Theorie wurde nachher von Newton bewiesen und allgemein als richtig erkannt.

§. 730. Die scheinbare Bahn eines Kometen ist diejenige, welche derselbe während seiner Sichtbarkeit am Firmament zurücklegt; sie ist die mehreste Zeit, zumal wenn sie sich durch viele Gestirne fortzieht und der Komet sich lange zeigt, gekrümmt, oder weicht von der Lage eines größten Kreises der Himmelskugel merklich ab. Die Kometen laufen unter jeder Richtung durch alle Gestirne, und der Thierkreis derselben: Antinous, Pegasus, Andromeda, Stier, Orion, der kleine Hund, Hydra, Centaur, Scorpion, Schütze, welchen Cassini ehemals annahm, findet nicht statt. (S. z. B. Doppelmayers Himmelscharten, 27stes und 28stes Blatt). Dieser scheinbare oder geocentrische Lauf wird oft sehr ungleich **) und bey einem jeden Kometen verschiedentlich beobachtet; auch kann ein Komet bey seiner Wiederkehr ganz anders wie das erste-

---

*) La Lande sagt: Dörfel sey auf diese Idee durch Hevels Kometographie, gekommen.

**) Der Komet von 1770 z. B. lief vom 15. zum 28. Juni, also in 13 Tagen, nur das Sobieskische Schild von Süden nach Norden durch; seine Geschwindigkeit aber nahm dergestalt zu, daß er am 1. Juli in 24 Stunden 44 Grad zurücklegte.

mal am Himmel fortrücken und in andern Sternbildern erscheinen. Die Kometen sind gewöhnlich nur einige Monate sichtbar.

§. 731. Die **wahre Bahn** eines Kometen hingegen ist diejenige, in welcher er wirklich seinen Umlauf entweder von Westen nach Osten, oder auch in entgegesetzter Richtung um die Sonne vollführt. Sie wird aus der beobachteten scheinbaren berechnet, und dabey die Bewegung der Erde um die Sonne vorausgesetzt; denn erst hiebey ergiebt sich ihre regelmäßige Gestalt (§. 393.). Die Lage derselben im Sonnensystem ist in so weit unveränderlich, als sie nicht durch die wechselseitigen Anziehungskräfte der Planeten, denen etwa der Komet nahe vorbeygeht, eine Störung erleidet. Sie ist eigentlich eine lange oder sehr excentrische Ellipse, die sich auch bey solchen, welche am geschwindesten wiederkehren, von der Sonne bis weit über alle uns bekannten Planetenbahnen hinaus erstreckt, und in deren einem gegen uns gekehrten Brennpunct die Sonne liegt. Je näher die Kometen in ihrem Perihelio der Sonne kommen, desto schmäler oder länglichter sind ihre elliptische Laufbahnen, oder desto größer ist die Excentricität derselben. Ihre Ebenen neigen sich unter allen möglichen Winkeln gegen die Ebene der Erdbahn, doch so, daß die Knotenlinie, längs welcher diese Neigung an der nördlichen und südlichen Seite jener Ebene geschieht, die Ebenen der Kometenbahnen oft in zwey sehr ungleiche Theile theilt. Die Dauer des periodischen Umlaufs der Kometen in ihren wahren Bahnen muß bey den mehresten auf Jahrhunderte gehen.

§. 732. In solchen elliptischen Bahnen, wie Fig. 126 zwey derselben in Ansehung des der Sonne am nächsten liegenden Theils vorstellt, welche die Ebene der Ecliptik und aller Planetenbahnen unter verschiedenen Winkeln durchschneiden, kommen die Kometen aus sehr großen Entfernungen gegen die Sonne und in die Nachbarschaft der Erdbahn herab, und indem sie diese Gegend der Sonne durchlaufen, können sie uns, wenn sie an der Nachtseite der Erdkugel stehen, und Licht und Größe genug haben, sichtbar werden. Ihre Bewegung nimmt mit ihrer Annäherung gegen die Sonne zu; daher legen sie diesen untern Theil der Bahn verhältnißmäßig gegen den übrigen weit größern sehr geschwind zurück, und ihre Erscheinung am Himmel kann nicht lange dauern. Eben so nimmt bey den geschweiften Kometen die Länge ihrer Schweife, welche sich der Sonne gerade gegenüber zu erstrecken pflegen, bei vielen zu, je näher sie der Sonne kommen. Es hängt aber von ihrer Stellung gegen die Sonne und Erde ab, um den Schweif der ganzen Länge nach, oder nur zum Theil, oder gar nicht zu sehen. Das erste geschieht, wenn Linien aus der Sonne und Erde an dem Kometen einen rechten Winkel formiren, hat nun der Komet selbst eine ansehnliche Größe, und ist zugleich der Erde nahe, so erstreckt sich dann der Schweif zuweilen über einen großen Theil des Himmels. Man hat daher Kometen gesehen, deren Schweif 60, 70 und mehrere Grade lang war. Das zweyte findet statt, wenn jene Linien einen spitzen Winkel am Kometen machen und der Schweif also schräge gegen uns steht; das dritte,

wenn der Komet in der Ebene der Ecliptik und zugleich der Sonne entgegen, folglich um die Mitternachtsstunde im Süden steht, wo er gewöhnlich völlig rund und als ein blos in einem starken Nebel eingehüllter Planet erscheint.

§. 733. In der 126sten Fig. habe ich ein Stück der parabolischen Bahn von zweyen vor einigen Jahren erschienenen Kometen, in der, aus Beobachtungen derselben berechneten richtigen Lage im Sonnensystem, wobey die Bahnen von Merkur, Venus, Erde und Mars zu zeichnen hinlänglich waren, vorgestellt, und es lassen sich die Erscheinungen dieser Kometen am Himmel aus ihrer und der Erde gemeinschaftlichen Fortrückung nach der Figur sehr gut erklären. Die länglichste Bahn von beyden gehört dem Kometen, welcher im Herbst des Jahres 1769 sichtbar war. Er erreichte sein Perihelium innerhalb der Bahn des Merkurs und kam der Sonne achtmal näher als die Erde. In der zweyten lief der Komet, welcher sich am Ende des 1773sten und im Anfang des 1774sten Jahres zeigte, dessen Sonnennähepunct zwischen der Erd- und Marsbahn lag. Beyde Bahnen neigen sich mit der Ebene der Ecliptik unter beträchtliche Winkel. Sie sind vorgestellt, als wenn sie auf die Ebene der Ecliptik niedergelegt wären. Aus der Lage der Knotenlinien ☊ ☋ ist zu schließen, welchen Theil der Bahnen man sich demnach über, und welchem man sich unter der Ebene des Papiers gedenken muß. Der Ort der Erde ist von 10 zu 10 Tagen, und zugleich der wahre Ort beyder Kometen für den ersten eines jeden Monats

nach der Berechnung beyläufig verzeichnet, woraus sich ihre Erscheinungen folgendermaaßen, der Erfahrung gemäß, ergeben.

§. 734. Der Komet von 1769 wurde am 8ten August von Meßier zu Paris beym Widder entdeckt *), und ließ sich im August und September nach Mitternacht in den Zeichen ♉ ♊ ♋ sehen. Er lief, da er seinen ☋ passirt war, mit einer südlichen zunehmenden Breite von Westen gegen Osten durch den Stier, Orion, 2c. fort, und war also rechtgängig. Der Schweif erstreckte sich westwärts. Die Erde rückte gerade gegen den Kometen, und beyde kamen einander etwa um den 10ten September ziemlich nahe, daher der Komet sich um diese Zeit in seinem größten Ansehen zeigte. Seine scheinbare Bewegung war am schnellsten, und der Schweif erschien in der größten Länge (er war über 40° lang) westwärts. Gegen Ende des Septembers wurde der Komet in der Morgendämmerung unsichtbar und ging zur Sonne. Den 7ten October war er derselben nach der Rechnung am nächsten, oder in seinem Perihelio. So wie sich der Komet nachher wieder an der Ostseite von der Sonne entfernte, wurde er in der letzten Hälfte des Octobers des Abends am westlichen Himmel, wegen seiner großen

*) Ich fand diesen merkwürdigen Kometen, noch zu Hamburg, am 29. Aug. Nachts im Stier, nahe westl. bey dem Stern μ. ohne von seiner Erscheinung bis dahin etwas erfahren zu haben. Es war der erste, den ich in meinem Leben sahe; ich verfolgte seinen Lauf bis gegen die Mitte des Septemb., da er in der Morgendämmerung unsichtbar wurde.

Entfernung aber nur in einer geringen Größe, in den Zeichen des ♐ und ♑ unter einer nördlichen Breite, im Schlangenträger gesehen. Von seinem Schweif war, und zwar nunmehr linker Hand, wenig zu erkennen. Seine scheinbare Bewegung ging auch hier nach der Ordnung der himmlischen Zeichen, gegen Osten, zeigte sich aber äußerst langsam. Er verlor sich endlich im Novemb. völlig aus dem Gesicht des Erdbewohners *).

§. 735. Der Komet von 1773 wurde nur durch Fernröhre bemerkt, denn er blieb immer ziemlich weit von der Erde entfernt. Messier entdeckte denselben am 11ten October, und ich fand ihn hieselbst zuerst am 12ten Nov. nahe über dem hellen Stern am Schwanz des Löwen. Der Komet war durch den November, December bis im Februar 1774 in jeder heitern Nacht durch Fernröhre sichtbar, und ging zuletzt niemals unter, indem er seinen ☊ paßirt, mit einer stark zunehmenden nördlichen Breite durch das Haupthaar der Berenice, die Jagdhunde, den großen Bären, gegen den Nordpol rückte. Seine Bewegung in der Länge war daher nur geringe. Er war schon, ehe er entdeckt wurde, durch seine Sonnennähe gegangen, und zwar nach der Rechnung am 12ten September. Die Ursache der viermonatlichen Sichtbarkeit dieses unscheinbaren Kometen ist nach der Figur daraus zu erklären,

*) S. meine Abhandlung über diesen Kometen, nebst dem Entwurf seiner wahren Laufbahn um die Sonne. 8. Hamb. 1769, die bereits im Sept. desselben Jahres erschien und worin ich auch die Zurückkehr des Kometen von der Sonne nach der Mitte des Octobers ankündigte.

weil die Erde und der Komet inzwischen sich nach einer Gegend gemeinschaftlich bewegten, und der Komet von der Erde immer eingeholt wurde, auch jener sich, zufolge der Richtung seines Laufs, vornemlich nur über die Ebene der Erdbahn erhob, und noch länger sich dem bewafneten Auge gezeigt haben würde, wenn er bey seiner zunehmenden Entfernung von der Sonne nicht ein zu schwaches Licht erhalten hätte. Von einem Schweif waren bey diesen Kometen nur schwache Spuren zu bemerken. Im Julius, August und September konnte derselbe auch durch Fernröhre deswegen nicht entdeckt werden, weil seine Entfernung zu groß, und seine Bahn tief unter der Ebene der Erdbahn gegen Süden lag *).

§. 736. Da die Neigung einer Kometenbahn gegen die Ebene der Ecliptik oft sehr ansehnlich ist, so wird der Unterschied der Länge in seiner Bahn und der Länge desselben in der Ecliptik gerechnet, beträchtlich. Es sey Fig. 126 für den Kometen von 1769 ☋☊ die Knoten-

---

*) Meiner im Jahr 1791 herausgegebenen Abhandlung über die Lage und Austheilung aller Planeten und Kometenbahnen im Weltraum (sie steht auch in den Memoires der hiesigen Königl. Akad. der Wiss. für 1786-1787) habe ich einen großen Kupferstich, 26 rheinl. Zoll im Durchmesser, beygefügt, welcher die parabolischen Laufbahnen von 72 bis zum Jahr 1785 erschienenen Kometen auf die Ebene der Erdbahn niedergelegt, nach verschiedenen Umständen vorstellt. Im Jahr 1807 habe ich noch 24 Kometenbahnen in diesen Kupferstich eingetragen und so wird er mit 96 Kometenbahnen und den Planetenbahnen bis zur Region der neu entdeckten Planeten angefüllt, in den Memoiren der Akademie für 1807, erscheinen. (S. meinen Aufsatz über diesen Gegenstand im astron. Jahrbuch 1809, Seite 103—123.

linie der Bahn, an welcher sich dieselbe um den Winkel u ☋ c gegen die Ebene der Erdbahn, hier südwärts neigt, indem m n durch ☋ geht, und daher in der Ebene der Ecliptik liegt, auch von c ein Perpendicul c u unter dieser Ebene zum Kometen für den 1sten Sept. geht. Dann ist also ☋ u die wahre Entfernung oder Länge des Kometen in seiner Bahn vom ☋; ☊ c hingegen dieselbe in der Ecliptik gerechnet. Nun ist aber in der Figur, die Ebene der Kometenbahn an ☋ ☊ in die Ebene der Erdbahn gelegt, daher läßt sich vermittelst derselben die heliocentrische und geocentrische Länge eines Kometen in der Bahn, nach Winkeln an der Sonne und Erde gerechnet, für jeden nach richtigen Regeln entworfenen Ort desselben leicht bestimmen. Z. B. für den Kometen von 1769 war am 1sten Sept. diese heliocentrische Länge in w einige Grade im Zeichen des ♈, zieht man ferner eine Linie von a, dem Ort der Erde an diesem Tage zum Kometen u, und dann mit derselben eine Parallellinie von der Sonne bis zu dem äußersten in Zeichen und Grade der Ecliptik eingetheilten Kreis (§. 435.) so giebt dieselbe in c die geocentrische Länge des Kometen in seiner Bahn 3 bis 4° in ♊ beyläufig an, welche allemal nach der größern oder geringern Neigung der Kometenbahn, mehrere oder wenigere Grade größer ist als die auf die Ecliptik reducirte Länge, nach welcher man ihn am Himmel unter einer südlichen Breite antreffen wird.

§. 737. Die Kometen bewegen sich wirklich in elliptischen Bahnen, und nicht in parabolischen, denn sonst würden sie niemals wieder zur Sonne zu-

rückkehren, weil, wie Fig. 127. zeigt, die als Parabeln gezeichnete Kometenbahnen HPL; NpM mit dem zunehmenden Abstand von der Sonne immer weiter aus einander gehen. Unterdessen, weil der zunächst um die Sonne herum liegende Theil der elliptischen Bahn nur klein im Verhältniß desjenigen ist, in welchem der Komet außerhalb dem Gesichtskreis der Erde fortläuft, und daher zugleich nicht merklich von der Gestalt einer Parabel abweicht, so nimmt man zur Erleichterung der Rechnung an, der Komet bewege sich wirklich, so weit wir dessen Lauf beobachten können, in einer parabolischen Krümmung um die Sonne, als ihren Brennpunct, denn so läßt sich dieses Stück der Bahn blos aus der berechneten Entfernung des Kometen von der Sonne im Perihelio finden. Wenn es aber, der Wahrheit gemäß, elliptisch verzeichnet werden sollte, so müßte man auch den Abstand des zweyten Brennpuncts in der Gegend der Sonnenferne, oder die Länge der großen Axe, wissen, diese bleibt aber so lange unbekannt, als nicht die Wiederkehr des Kometen, und damit seine ganze Bahn richtig bestimmt worden, hiezu aber ist bis jetzt wenig Gelegenheit, weil nur erst die Umlaufszeit eines einzigen Kometen mit Gewisheit bekannt ist, und außer dem nur von einigen wenigen vermuthet wird *).

---

*) Eine Parabel ist ein Kegelschnitt, und entsteht, wenn ein Kegel parallel mit einer Seite durchschnitten wird. In Fig. 127. sind LPH und MpN zwey Parabeln, und deren gemeinschaftlicher Brennpunct S; P ist der Scheitel der erstern und p der leztern. Ist nun SP die Entfernung der

§. 738. Die Voraussetzung, daß alle Kometen in der Nähe der Sonne, folglich auch zugleich in der Nachbarschaft der Erdbahn, parabolische Bahnen im Weltraum beschreiben, die von sehr excentrischen Ellipsen wenig unterschieden sind *), verschafft den besondern Vortheil, daß man, zufolge des Keplerschen Satzes mit Beyhülfe der höhern Geometrie, für eine gewisse angenommene Entfernung des Sonnennähepuncts (Perihelium) die Geschwindigkeit berechnen kann, mit

---

Scheitel vom Brennpunct, und man soll hiernach eine Parabel zeichnen, so ziehe man, unter andern hiezu vorgeschlagenen Methoden, an SP die Linie CD unter einem rechten Winkel, lege hierauf die eine Seite eines Winkelhakens an S, so daß die Ecke im rechten Winkel genau PC berühre, ziehe dann mit Bleystift Linien längs der andern Seite, und dies bey einer jeden geringen Verrückung der Ecke des Winkelhakens von P nach C, wobey aber doch die erstere Seite immer genau beym Brennpunct S anliegen muß, so wird sich aus allen Durchschnitten dieser Linien oder Tangenten, wie rE, der parabolische Bogen PH ergeben, und eben so wird der gegenüberstehende Bogen PL gefunden. In der Parabel ist nun $SL^2 = HL \cdot SP$ oder $\frac{SL^2}{SP} = HL$ und im Brennpunct $\frac{1}{2}$ $SL = SP$; nun ist $SL = SH$ folglich HL (der Parameter) $= 4 \cdot SP$. Zieht man eine Tangente HEr am Umfange der Parabel in E, und verlängert solche bis in Z, wo die fortgezogene Axe SPZ hintrifft, so ist $SZ = SE$ und daher $EZS = ZES$ und $ESZ = 2 \cdot EZS$. Wird von E die Linie Eg mit der Axe parallel gezogen, so macht diese Linie und SE mit Er an E gleiche Winkel rES und HEg; läßt man von E einen Perpendicul Ep auf die Axe, so ist $SE = SP + pP$ und $Ep^2 = Pp \cdot 4\,PS$. Endlich ist ein jeder parabolischer Flächenraum wie $PpE = \frac{2}{3}$ des Products $Pp \cdot PE$.

*) Es folgt hiervon nachher ein Beyspiel für den Kometen von 1759.

welcher ein Komet, aus der Sonne betrachtet, vom Perihelio an einen Bogen von 90° zurücklegt, und alsdann hiernach, blos durch eine leichte Reduction, die Geschwindigkeit aller übrigen Kometen, deren Perihelien der Sonne näher oder davon entfernter liegen, findet. Es sey Fig. 127. S die Sonne, RPT die halbe Erdbahn; in P das Perihelium eines Kometen, folglich dort dessen Entfernung dem Abstand der Erde von der Sonne oder dem Halbmesser der Erdbahn gleich. Nun läßt sich beweisen, daß ein solcher Komet von P aus, den parabolischen Bogen PQL oder PH, welcher, aus der Sonne, unter dem Winkel der Anomalie *) PSL = PSH = 90° erscheint, in 109,6 Tagen zurücklegt.

§. 739. Man hat nemlich aus den Gesetzen der Schwere und den Eigenschaften des Kreises und der Parabel gefunden, daß die Geschwindigkeit der Erde in einer vorausgesetzten Kreisbahn sich zur Geschwindigkeit eines Kometen in seinem angenommenen parabolischen Bogen, bey einem der Erde gleichen Abstand von der Sonne PS verhalte wie 1 zur Quadratwurzel aus 2 = 1 : 1,414 = $\frac{7}{5}$ beynahe. Oder die Geschwindigkeit des Kometen in P ist $\frac{7}{5}$ von der Geschwindigkeit der Erde, daher ist der z. B. in einer Secunde vom Kometen zurückgelegte Flächenraum seiner Bahn

---

*) Die Anomalie wird bey den Kometen von ihren Perihelien an gerechnet, weil diese Himmelskörper im Aphelio nicht sichtbar sind, man zählt sie ost- oder westwärts, je nachdem der Komet seinen Lauf hält.

$\frac{2}{3}$ von dem Flächenraum, den die Erde in der nemlichen Zeit beschreibt. Es bleiben sich aber die Flächenräume oder Sectores in gleichen Zeiten beständig einander gleich (§. 579.) und folglich muß sich das vorige Verhältniß derselben bey diesem Kometen und der Erde, in allen Entfernungen des erstern von der Sonne, erhalten. Nun sey SP für den Halbmesser der Erdbahn oder die Sonnenweite des Kometen = 1 so ist der Flächenraum des ganzen Kreises = $1^2 \cdot 3,141$ *) = 3,141. Der parabolische Flächenraum PSL aber, welcher $\frac{2}{3}$ vom Product SP in SL ist (§. 735. Anmerk.) wird $\frac{4}{3}$ seyn, da SL = 2. Dividirt man nun solchen durch die Quadratwurzel aus 2 = 1,414, so ergiebt sich der von der Erde zurückgelegte Flächenraum in der Zeit, da der Komet den parabolischen Bogen PL beschreibt = $\frac{4}{3 \cdot 1,414}$ = 0,943. Man schließt nun: Wie der ganze Flächenraum der Erdbahn sich zur Länge des Jahrs verhält, also jener Flächenraum derselben zur Zeit, die der Komet braucht, um PL zurücklegen, demnach 3,141 : 365,25 Tage = 0,943 : 109,6 Tage **).

§. 740. Zur Berechnung des Orts eines Kometen für eine jede gegebene Zeit wird aber auch erfordert, daß man die Anzahl der seit dem Perihelio rück- und vorwärts verflossenen Tage, die einem gewissen parabolischen Bogen, wie z. B. PQ oder dessen Anomalie

*) Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie 1 : 3,141.

**) Genauer 109,61543 Tage.

malie PSQ zukommen, wisse, wobey allemal vorausgesetzt wird, daß die Flächenräume den Zeiten proportional bleiben. Man findet mit Beyhülfe des letztern Satzes, aus den Eigenschaften der Parabel und den vorhin berechneten 109,6 Tagen für 90° Anomalie eines Kometen, dessen Sonnennähe dem Halbmesser der Erdbahn gleich ist, die Zeit, welche ein solcher Komet seit dem Perihelio bis zu einer gewissen gegebenen Anomalie anwendet, wenn man 109,6 Tage mit dem 4ten Theil der Summe vom Cubus und vom 3fachen der Tangente der halben Anomalie multiplicirt. Z. B. für 45° Anomalie = PSQ ... Tang. $22\frac{1}{2}°$ = 0,41421 davon der Cubus 0,07105 und das 3fache = 1,24263. Nun ist: $\frac{0,07105 + 1,24263}{4}$ = 0,32842 . 109,6 = 36,0 Tage, welche der Komet zur Vollendung des Bogens PQ oder der Anomalie PSQ = 45° braucht. Für 70° Anomalie = PSV finden sich 66,9 Tage. Nach dieser Regel hat man im Gegentheil in einer allgemeinen Tafel vom Lauf der Kometen berechnet, wie groß die Anomalie dieses vorausgesetzten Kometen an einem jeden Tage vor oder nach dem Perihelio sey, woraus sich zugleich ergiebt, wie die Geschwindigkeit desselben mit dem größern Abstande vom Perihelio abnimmt. Folgende Tafel ist als ein Beyspiel ein kurzer Auszug aus einer weit vollständigern, die sich unter andern im IIIten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln Seite 2—14 befindet.

Tage.	Wahre Anomalie.		Tage.	Wahre Anomalie.		Tage.	Wahre Anomalie.		Tage.	Wahre Anomalie.	
	Gr.	M.		Gr.	M.		Gr.	M.		Gr.	M.
1	1	24	35	43	59	110	90	8	450	130	9
2	2	47	40	48	56	120	93	24	500	132	11
3	4	11	45	53	33	130	96	19	550	133	56
4	5	34	50	57	48	140	99	4	600	135	28
5	6	57	55	61	44	150	101	18	650	136	49
6	8	20	60	65	23	160	103	27	700	138	2
7	9	43	65	68	45	170	105	25	750	139	7
8	11	5	70	71	51	180	107	13	800	140	7
9	12	27	75	74	45	190	108	53	850	141	1
10	13	48	80	77	25	200	110	25	900	141	50
15	20	28	85	79	55	250	116	40	950	142	36
20	26	51	90	82	14	300	121	16	1000	143	19
25	32	55	95	84	25	350	124	52	1100	144	35
30	38	38	100	86	26	400	127	45	1200	145	43
									1300	146	42

§. 741. Dieser Komet ist nun von den Astronomen gleichsam zum Maaßstab der Geschwindigkeit aller übrigen angenommen worden, die in größern oder geringern Entfernungen ihr Perihelium erreichen. Denn die Kometen befolgen in ihrer Bewegung ein bey dem Planetenlauf vorkommendes ähnliches (Keplersches) Gesetz, nemlich: **Die Quadrate der Zeiten, welche in verschiedenen Parabeln einer gleichen Anomalie zugehören, verhalten sich gegeneinander, wie die Würfel der Entfernung der Sonnennähen.** Setzt man nun den Abstand der Erde von der Sonne SP Fig. 127 = 10, und das

Perihelium eines Kometen in dieser Entfernung, der nach dem vorigen, in 109,6 Tagen 90° der Anomalie zurücklegt, so wird ein Komet, dessen Perihelium = 4 = Sp ist, in seiner Parabel nNpM bereits in 27,7 Tagen den Bogen pM oder gleichfalls 90° seiner Anomalie = pSM vollenden, denn $10^3 : 4^3 = 109{,}6^2 : 27{,}7^2$, und eben so findet sich, daß beyde Kometen gleiche Anomalien PSQ und pSZ haben, oder die ähnlichen Bogen PQ; pZ beschreiben in 36,0 und 9,1 Tagen, denn $10^3 : 4^3 = 36{,}0^2 : 9{,}1^2$. Hiernach braucht ein Komet, um 90° der Anomalie, aus der Sonne betrachtet, zu durchlaufen, wenn die Entfernung der Erde von der Sonne = 10 gesetzt wird, und dessen Entfernung von der Sonne im Perihelio gleich ist:

1	—	3, 5	Tage	7	—	64, 2	Tage
2	—	9, 8	—	8	—	78, 4	—
3	—	18, 0	—	9	—	93, 6	—
4	—	27, 7	—	10	—	109, 6	—
5	—	38, 8	—	11	—	126, 3	—
6	—	50, 9	—	12	—	144, 1	—

Auch hieraus ergiebt sich, daß obgleich die parabolischen Bogen von 90° kleiner werden, je näher ein Komet bey der Sonne sein Perihelium erreicht, derselbe doch bey dieser Annäherung immer geschwinder einen ähnlichen parabolischen Bogen durchläuft.

§. 742. Die im §. 740. stehende allgemeine Tafel kann nun zur Erfindung der wahren Anomalie in allen parabolischen Kometenbahnen dienen. 1) Man nehme die Quadratwurzel vom Würfel der Sonnennähe der vorkommenden Kometenbahn (Entf.

der Erde von der Sonne = 1) und multiplicire mit dieser Zahl alle in der 1sten Columne der Tafel stehende Zahlen, so wird man die Zeiten erhalten, in welchen die in der 2ten Columne angesetzten Bogen durchlaufen werden. Oder im Gegentheil 2) wenn man aus diesen wahren Zeiten die in der Tafel angesetzten, und dann vermittelst derselben die wahre Anomalie finden will, so werden die wahren Zeiten durch die Quadratwurzel vom Cubus der Sonnennähe dividirt, und man erhält die Zeiten, so in der Tafel angesetzt sind. Die Quadratwurzel vom Würfel der Sonnennähe wird durch Logarithmen leicht gefunden, wenn man die Zahl des Logarithmus der Sonnennähe; 1 und $\frac{1}{2}$mal genommen, sucht. Es sey z. B. der Abstand der Sonnennähe eines Kometen = 0,49 (Abstand der Erde von der ☉ = 1) dessen Logarithmus

= 9.690196
$\frac{1}{2}$) 9.845098

= 9.535294 = Log. von 0,343 = die Quadratwurzel aus dem Cubus des Abstandes der Sonnennähe. Sucht man nun nach dem zweyten Fall die Anomalie dieses Kometen 36 Tage nach oder vor dem Perihelio, so wird $\frac{36}{0{,}343}$ = 104,96 Tage. Diese Anzahl Tage giebt in der Tafel mittelst des Proportionaltheils, die verlangte wahre Anomalie dieses Kometen etwa 88° 20′. Oder man multiplicirt bey demselben nach dem ersten Fall z. B. 110 Tage mit 0,343, so hat man 37,73 Tage

als die Zeit, da dieser Komet 90° 8′ wahre Anomalie zurücklegt. Ist ferner die wahre Anomalie und die Entfernung der Sonnennähe eines Kometen wie vorhin bekannt, so giebt diese Entfernung durch das Quadrat vom Cosinus der halben wahren Anomalie dividirt, den jedesmaligen Abstand des Kometen von der Sonne oder den Radius vector desselben. Demnach in obigem Beyspiel $\frac{0{,}49}{(\text{Cos. } 44^\circ\ 10')^2} = 0{,}952$ = Radius vector, 36 Tage vor oder nach der Sonnennähe.

§. 743. Folgende Tafel dient, zu finden, in wie vieler Zeit ein jeder parabolischer Bogen von einem Kometen zurückgelegt wird, oder den parabolischen Fall eines Kometen gegen die Sonne *), (Abstand der Erde von der ⊙ = 1).

---

*) Sie steht vollständiger im 3ten Bd. der Berliner Samml. astronomischer Tafeln. Seite 15—21.

Abstand von der ☉		Tage.	St.	Abstand von der ☉		Tage.	St.	Abstand von der ☉		Tage.	St.
0,	5	0	7	1,	5	29	12	2,	5	80	10
0,	10	0	21	1,	10	31	15	2,	10	83	9
0,	15	1	14	1,	15	33	19	2,	15	86	9
0,	20	2	11	1,	20	36	1	2,	20	89	10
0,	25	3	10	1,	25	38	7	2,	25	92	12
0,	30	4	12	1,	30	40	15	2,	30	95	14
0,	35	5	16	1,	35	42	24	2,	35	98	17
0,	40	6	22	1,	40	45	9	2,	40	101	21
0,	45	8	6	1,	45	47	20	2,	45	105	2
0,	50	9	16	1,	50	50	8	2,	50	108	8
0,	55	11	4	1,	55	52	21	2,	55	111	14
0,	60	12	18	1,	60	55	11	2,	60	114	21
0,	65	14	9	1,	65	58	2	2,	65	118	5
0,	70	16	1	1,	70	60	18	2,	70	121	14
0,	75	17	19	1,	75	63	11	2,	75	124	23
0,	80	19	15	1,	80	66	4	2,	80	128	9
0,	85	21	11	1,	85	68	23	2,	85	131	20
0,	90	23	10	1,	90	71	18	2,	90	135	8
0,	95	25	9	1,	95	74	15	2,	95	138	20
1,	00	27	10	2,	00	77	12	3,	00	142	9

Kennt man nun nach Fig. 127 zwey Abstände eines Kometen von der Sonne SQ und SW und die zwischen ihren Endpuncten W und Q liegende Chorde des parabolischen Bogens WcQ, so findet sich nach Lamberts schöner Regel, aus dem Unterschiede der beyden Hälften von SQ + SW + WcQ u. SQ + SW — WcQ zufolge dessen was die Tafel angiebt, die Zeit, die der

Komet braucht, den Bogen QW zu durchlaufen. Es sey SQ = 1,17; SW = 1,83 und WcQ = 1,15 so giebt

$\frac{1}{2}(1,17+1,83+1,15) = 2,07$ in der Tafel 81 T. 15 St.
$\frac{1}{2}(1,17+1,83-1,15) = 0,92$ — — — 24 — 5 —

demnach 57 T. 10 St.

die Zeit, welche der Komet gebraucht, um QW zu vollenden. Oder bey diesem Kometen für die Anomalie 90° = PSL, ist SP = 1,00; SL = 2,00 und die Chorde PdL = 2,2361.

$\frac{1}{2}(1,00 + 2,00 + 2,2361) = 2,6180$ in der Tafel 116 T. 2 St.
$\frac{1}{2}(1,00 + 2,00 - 2,2361) = 0,3819$ — — — 6 11

109 T. 15 St. =
109,6 Tage wie im §. 736.

§. 744. Folgende Tafel giebt für den Kometen, dessen kleinster Abstand von der Sonne so groß als die mittlere Entfernung der Erde von der ☉ oder = 1 ist, die zusammengehörigen wahren Anomalien und die mittlern Bewegungen, an *). Diese letztern werden hier nach Kepplers Gesetz durch die parabolischen Sectoren ausgedrückt, welche der jedesmalige Radius vector mit dem von der Sonne zum Perihelio gehenden einschließt. Als Einheit ist hiebey der 100ste Theil desjenigen Ausschnitts angenommen, wobey die wahre Anomalie 90° ist. In der folgenden Tafel ist die Fläche dieses parabolischen Sectors = 100,000 gesetzt.

*) Sie kann hier nur im Auszuge geliefert werden, steht aber vollständig von Barker berechnet, in Olbers Abhandl. über die Berechnung der Kometenbahnen, unter den Tafeln Seite 3—32.

Da nun derselbe nach dem vorigen, (§. 737.) von einem solchen Kometen in 109,61543 Tagen zurückgelegt wird, so folgt, daß auf einen Tag $\frac{100,000}{109,61543} = 0,912280$ solcher Theile kommen, wovon der Log. 9.960128 ist.

Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.	Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.	Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.
0°	0,000	21°	14,059	42°	30,204
1	0,654	22	14,762	43	31,071
2	1,309	23	15,469	44	31,951
3	1,964	24	16,182	45	32,843
4	2,620	25	16,899	46	33,748
5	3,277	26	17,623	47	34,666
6	3,934	27	18,352	48	35,599
7	4,953	28	19,087	49	36,545
8	5,253	29	19,829	50	37,508
9	5,915	30	20,577	51	38,486
10	6,578	31	21,332	52	39,480
11	7,244	32	22,095	53	40,491
12	7,912	33	22,866	54	41,521
13	8,582	34	23,644	55	42,569
14	9,255	35	24,431	56	43,636
15	9,987	36	25,226	57	44,723
16	10,610	37	26,031	58	45,831
17	11,292	38	26,845	59	46,960
18	11,978	39	27,669	60	48,113
19	12,668	40	28,503	61	49,288
20	13,261	41	29,348	62	50,487

Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.	Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.	Wahre Anomalie.	Mittlere Bewegung.
63°	51,714	89°	97,427	115°	214,416
64	52,964	90	100,000	116	222,489
65	54,244	91	102,664	117	231,028
66	55,552	92	105,426	118	240,066
67	56,890	93	108,288	119	249,644
68	58,260	94	111,257	120	259,808
69	59,663	95	114,341	121	270,605
70	61,099	96	117,544	122	282,089
71	62,569	97	120,873	123	294,320
72	64,078	98	124,336	124	307,364
73	65,625	99	127,942	125	321,292
74	67,214	100	131,697	126	336,187
75	68,845	101	135,613	127	352,138
76	70,518	102	139,697	128	369,247
77	72,240	103	143,962	129	387,625
78	74,009	104	148,417	130	407,397
79	75,829	105	153,077	131	428,709
80	77,702	106	157,953	132	451,717
81	79,631	107	163,061	133	476,601
82	81,619	108	168,415	134	503,566
83	83,667	109	174,033	135	532,844
84	85,780	110	179,933	136	564,720
85	87,960	111	186,135	137	599,420
86	90,211	112	192,658	138	637,367
87	92,537	113	199,529	139	678,927
88	94,941	114	206,772	140	724,553

Dieser Komet hat also z. B. bey 62° wahrer Anomalie 50,487 oder etwas mehr als die Hälfte des Flächenraumes jenes parabolischen Sectors, nach seiner mittleren Bewegung zurückgelegt. Diese Tafel ist übrigens nach folgender Formel berechnet worden:

$$25\ (3 + \text{Tang.}^2\ \tfrac{1}{2}\ v.)\ \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ v,$$

wo v die wahre Anomalie ist.

§. 745. Nun sey der Abstand eines Kometen von der Sonne im Perihelio = 0, 70 (die Entfern. der ♁ von der ☉ = 1,00) so wird der Log. von dessen mittl. täglichen Bewegung daselbst, nach dem parabolischen Sector gerechnet gefunden, wenn man zum Log. jenes Abstandes, die Hälfte addirt und die Summe von dem obigen beständigen Log. 9.960128 subtr.

Log. 0,70	— —	9.845098
½	— —	9.922549
		9.767647
beständiger Log.	— —	9.960128
mittl. tägl. Bewegung 1,558 ...	Log.	0,192481

Um ferner aus dem gegebenen Abstand des Perihelii und der für eine bestimmte Zeit bekannten wahren Anomalie, die Zeit der Sonnennähe zu finden, suche man 1) den Log. der mittl. täglichen Bewegung und 2) aus voriger Tafel den Log. der zu der wahren Anomalie gehörigen mittlern Bewegung. Von diesem ziehe man den vorigen ab, so ergiebt sich 3) der Log. der zwischen der gegebenen Zeit und der Zeit des Periheliums, verflossenen Anzahl Tage, welche zur gegebenen Zeit addirt oder davon subtr. werden, je nachdem dieselbe vor oder

nach dem Perihelio fällt. Es sey die gegebene Zeit der Beobachtung vor dem Perihelio den 20sten September 10 St.; die wahre Anomalie 120°; der Abstand der Sonnennähe 0,205, so giebt letztere nach voriger Anweisung den Log. der mittl. tägl. Bewegung 0.992497
120° wahre Anomalie giebt in obiger Tafel
mittlere Bewegung 259,808 davon der Log. 2.414652

Unterschied Log. — — — — — 1.422155
giebt die Anzahl Tage, die noch bis zum Perihelio verfließen — — — 26,4 = 26 Tage 9 St.
Zeit der Beobachtung — — 20sten Sept. 10 St.

Zeit des Periheliums — — 46sten Sept. 19 St.
oder den 16ten Oct. 19 St.

Soll endlich aus dem gegebenen Abstand des Perihelii und dem bekannten Radius vector die Zeit des Periheliums gefunden werden, so wird der Log. des letztern vom Log. des erstern subtr.; der Rest halbirt giebt den Log. des Cos. der halben wahren Anomalie, und dann verfährt man weiter wie in der vorigen Aufgabe.

§. 746. Aus dem bisher bemerkten erhellet, daß sich für ein jedes 10tel (der nach einem gewissen Maaßstab angenommenen Entfernung der Sonne von der Erde) des Abstandes der Sonnennähe eine Parabel verzeichnen, und in Tage eintheilen läßt, welche Eintheilung und Zeichnung bis etwa über die Marsbahn fortgesetzt werden kann, weil die Kometen nur selten weiter hinaus sichtbar sind. Hätte man nun hiernach 15 Kometenbahnen, deren Perihelium von $\frac{1}{10}$ bis zu $\frac{15}{10}$ Entfernung der Sonne von der Erde geht, entwor-

ten, so könnte man solche auf Pappe leimen und ausschneiden, und dann ließe sich die wahre Bahn eines sichtbaren Kometen auf folgende Art mechanisch, und demnach beyläufig finden, wenn man drey, verschiedene Tage von einander entfernte, geocentrische Beobachtungen der Länge und Breite desselben zum Grunde legte. Nach Fig. 128, welche auf den Kometen von 1769 eingerichtet ist, aber zu diesem Zweck nach einem größern Maaßstab verzeichnet werden muß, sey die Sonne in S; ABC die Erdbahn, und deren Halbmesser = $\frac{10}{10}$ des obigen Maaßstabes, und die Erde zur Zeit der ersten Beobachtung in A am 15ten August, die Sonne war nach A S im 22° ♌, der Komet erschien im 10° ♉, demnach 102° westwärts von der Sonne, man ziehe also An mit AS unter diesem Winkel. Bey der zweyten Beobachtung war die Erde in B am 29sten August, die Sonne im 6° ♍, und der Komet im 29° ♉, folglich 97° = SBo westwärts von der Sonne. Bey der dritten Beobachtung war die Erde in C am 16ten September; die Sonne im 24° ♍ und der Komet im 21° ♌ = 33° = SCp Abstand von der Sonne gegen Westen. Die Breite des Kometen war in allen drey Beobachtungen südlich, und zwar in A 5°; in B 10½° und in C 23°. Demnach ist zu schließen, daß der Komet bey der ersten senkrecht unter einem Punkt der Linie An; bey der zweyten senkrecht unter einem niedrigern Punct der Linie Bo, und bey der dritten senkrecht unter einem noch niedrigern Punkt der Linie Cp gestanden habe. Schneidet man sich alsdann drey rechtwinklichte Triangel von Pappe, wie Fig. 129

zeigt, wo der rechte Winkel an n, o und p ist, und macht im ersten $nAE = 3°$; im zweyten $oBF = 10\frac{1}{2}°$, und im dritten $pCG = 23°$ oder den beobachteten Breiten gleich, und stellt einen jeden nach der Ordnung senkrecht unter An, Bo und Cp Fig. 128, so muß der Komet in A nach der Richtung AE; in B nach BF, und in C nach CG unter der Ebene der Erdbahn, seinen Stand gehabt haben.

§. 747. Nun ist ferner hieraus zu schließen, daß dieser Komet, aus der Sonne betrachtet, von Westen gegen Osten lief, demnach rechtgängig gewesen, und vom ☋ herkam, indem seine südliche Breite im Zunehmen war; ferner daß er sich der Sonne näherte, oder zu seinem Perihelio ging; daß, weil er von der ersten bis dritten Beobachtung größer wurde und geschwinder fortlief, die Erde ihm inzwischen näher gekommen sey ꝛc. Sucht man nun unter den verfertigten Kometenbahnen eine aus, welche an den Seiten AE, BF, CG der unter An, Bo und Cp befestigten Triangel gehalten, genau die beobachtete Zwischenzeit, nemlich zwischen AE und BF 14 und zwischen BF und CG 18 Tage angiebt, so ist dieses die wahre, welches hier bey der für $\frac{1}{10}$ der Entfernung der Sonne von der Erde entworfenen Bahn am nächsten zutreffen wird. Wenn man hiebey einigermaßen aus der Erscheinung des Kometen beurtheilt, ob man denselbem in der ersten Beobachtung weiter als in der letztern setzen, und wie entfernt man sich etwa demselben vorstellen könne *), so wird sich die

*) Wenn er z. B. aus A betrachtet anfinge, sich mit bloßen Augen

Lage der Bahn des Kometen im Sonnensystem, der ☊, die Zeit und der Ort seines Periheliums ꝛc. und seine fernere Erscheinung, so weit die Genauigkeit dieses mechanischen Versuchs reicht, ergeben. Zur Berechnung der wahren Bahn eines Kometen werden gleichfalls drey genaue Beobachtungen seines scheinbaren Orts am Himmel nach Länge und Breite vorausgesetzt; diese Berechnung ist aber nicht leicht, und ihre Vorstellung für meine gegenwärtige Absicht zu weitläuftig *). Lambert hat im dritten Theil seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik (8. Berlin 1772) die Bahn eines Kometen durch eine leichte, zum Zweck führende Zeichnung mechanisch zu finden gelehrt, auch folgende Regel entdeckt, um aus der Gestalt, der auf einer Himmelskugel oder Sterncharte gezeichneten scheinbaren Kometenbahn, die gewöhnlich, zumal wenn der Komet sich eine geraume Zeit gezeigt, einen von einem größten Kreise merklich abweichenden Bogen macht, zu erkennen, ob und in welchen Puncten desselben der Komet der Sonne näher oder von derselben entfernter gewesen sey als die Erde. Man ziehe nemlich durch zwey beliebige Puncte der scheinbaren Bahn, einen größten Kreis, wenn solche alsdann von diesem Kreise gegen den

---

zu zeigen, so würde man beyläufig die Weite nicht geringer, als den Abstand der Erde von der Sonne schätzen müssen.

*) Hiebey ist die vom Hrn. D. Olbers zu Bremen, im Jahr 1797 (8. Weimar) mit einer Kupfertafel und Tafeln erschienene gründliche Abhandlung über eine neue leichte und bequeme Methode, die Bahn eines Kometen, aus einigen Beobachtungen zu berechnen, ganz besonders zu empfehlen.

gleichzeitigen Ort der Sonne abweicht, so ist der Komet weiter als die Erde von der Sonne; im Gegentheil aber ist er der Sonne näher als die Erde, wenn die Abweichung der Bahn gegen die von der Sonne weggekehrte Seite fällt *).

§. 748. Gesetzt nun, man hätte, zufolge der Lambertschen Projectionsart für den Kometen von 1769, seine wahren Entfernungen von der Erde zur Zeit der drey Beobachtungen in A, B und C, Fig. 128, 85, 48 und 33 gefunden (Halbmesser der Erdbahn = 100), so trage man die erste aus A in a Fig. 129, die zweyte aus B in b und die dritte aus C in c, und ziehe cf, be und ad senkrecht auf Cp, Bo und An. Nehme alsdann aus der 129sten Fig. Ad, Be und Cf, und trage solche in der 128sten Figur auf An, Bo und Cp, so werden solche in d, e und f fallen, unter welchen Puncten also der Komet in der Entfernung da, eb und fc (Fig. 129) senkrecht gestanden. Man findet ferner aus der Construction die Länge des ☊ im 25°

*) Hieraus folgt ferner, daß wo der Komet in der nemlichen Entfernung von der Sonne als die Erde sich befindet, dessen scheinbare Bahn einen Wendungspunkt haben müsse; dann: daß die scheinbaren Bahnen aller Kometen, deren Perihelium näher bey der Sonne als die Erde liegt, zwey dieser Punkte haben und so gar mehrere, so oft die Krümmung der Bahn gegen den gleichzeitigen Ort der Sonne gekehrt ist. S. Lamberts Insigniores Orbitae Cometarum Proprietates, 8. Aug. Vind. De la Lande hat im 3ten Bande seiner Astronomie die Theorie des Kometenlaufs abgehandelt. Am vollständigsten findet man alles beysammen in des Herrn *Pingré Cometographie ou Traité Historique et Theorique des Cometes*, 2 Bde. in 4to. Paris 1783 u. 1784.

np und damit die Knotenlinie ☊ ☋, so wie die Länge des Periheliums P 24° ♌ und die Neigung der Bahn 41°. Werden nun von d, e und f Linien auf ☊ ☋ senkrecht gezogen, und solche von da aus wieder nach der Secante der Neigung von 41° bis l, m und h verlängert, so fallen diese Puncte in die auf der Ebene der Erdbahn an der Knotenlinie niedergelegte Kometenbahn. Man kann durch dieselben und durch P die Parabel ☋ P R ziehen, solche nach der vorigen Anweisung in Zeit eintheilen, und sich hieraus die vergangenen oder künftigen Erscheinungen des Kometen am Himmel nach der 126sten Figur deutlich vorstellen.

§. 749. Um die heliocentrische Länge und Breite eines Kometen zu finden, wird zuerst nach §. 742. dessen wahre Anomalie gesucht. Geht der Komet vorwärts, so wird solche zum Ort des Periheliums addirt, wenn die gegebene Zeit nach dem Perihelio eintrifft; hingegen von diesem Ort subtrahirt, wenn jene Zeit vor dem Perihelio fällt. Geht der Komet aber rückwärts, so geschieht in beyden Fällen das Gegentheil. Hiedurch ergiebt sich der Ort des Kometen in seiner Bahn. Dann wird davon die Länge des ☊ subtrahirt, und so erhält man das Argument der Breite. Die Tangente davon mit dem Cosinus der Neigung der Bahn multiplicirt, giebt die Tangente eines Bogens, und diesen zur Länge des ☊ addirt, die heliocentrische Länge des Kometen. Ferner findet sich der Sinus der heliocentrischen Breite, wenn man den Sinus des Arguments der Breite mit dem Sinus der Neigung der Bahn multiplicirt.

§. 750.

§. 750. Um die geocentrische Länge und Breite eines Kometen zu finden, nenne man in dem Dreyeck, das die Sonne, die Erde und der auf die Ebene der Ecliptik entworfene Ort des Kometen bildet: die eine Seite = den Abstand der Erde von der Sonne R, die andere = den auf die Ecliptik reducirten Abstand des Kometen von der Sonne (= dem Radius vector des Kometen multiplicirt mit dem Cosinus der heliocentrischen Breite desselben) r und den Winkel an der Sonne S. Dieser Winkel ist = dem Unterschied der heliocentrischen Länge der Erde und des Kometen, so genommen, daß er allemal kleiner als 180° ist. Endlich heiße der Winkel an der Erde oder der Elongationswinkel T. Nun geben folgende Formeln die Hülfswinkel y und x. 1) Wenn r kleiner als R ist, $\frac{R}{r}$ = Tang. y und Tang. (y — 45°) . Cot. $\frac{1}{2}$ S = Tang. x und T = 90° — $\frac{1}{2}$ S — x. Ist aber 2) r größer als R, $\frac{r}{R}$ = Tang. y; Tang. (y — 45°) . Cot. $\frac{1}{2}$ S = Tang. x und dann ist T = 90° — $\frac{1}{2}$ S + x. In beyden Fällen wird T von der Länge der Sonne subtrahirt, wenn die heliocentrische Länge des Kometen größer ist als die der Erde, um die geocentrische Länge des Kometen zu erhalten. Hingegen wird T zur Länge der Sonne addirt, wenn die heliocentrische Länge des Kometen kleiner ist als die der Erde. Dann giebt noch: Tang. der heliocentrischen Breite des Kometen. $\frac{\text{Sin. T}}{\text{Sin. S}}$ die Tang. der geocentrischen Breite desselben.

§. 751. Halley unternahm zuerst die weitläuftige Arbeit aus gesammelten Beobachtungen die parabolischen Bahnen von 24 Kometen zu berechnen, die von An. 1337 bis 1698 erschienen. Pingré, de la Caille, Struick, Maraldi, la Lande, Mechain und andere haben noch einige ältere und fast alle neuere Kometen hinzugefügt, so, daß wir nunmehr unter allen seit Anno 837 sichtbar gewesenen Kometen 98 haben, deren Bahnen berechnet worden. Die Hauptangaben einer Kometenbahn, welche die Lage, Gestalt und Größe derselben im Sonnensystem bestimmen, sind: Die Länge oder der Ort der Sonnennähe und des ☊, und ob der Komet rück- oder vorwärts geht; alles aus der Sonne betrachtet. Die Entfernung des Sonnennähepuncts von der Sonne; die Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ecliptik; endlich ist die Zeit, da der Komet in seiner Sonnennähe war, zu bestimmen. Man nennt diese Angaben die Elemente der Bahn, und nach denselben unterscheidet sich wesentlich ein Komet von dem andern. Nun fand bereits Halley, daß unter den 24 von ihm berechneten Kometen drey sich befanden, nemlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, bey welchen die vorigen Bestimmungen nahe mit einander zusammen trafen, und daß die Dauer der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis 76 Jahre sey, woraus er schloß, daß dies ein und derselbe Komet gewesen seyn könne, welcher zweymal seinen Umlauf vollendet habe. Er leitete den sich dabey noch findenden Unterschied in der Dauer seiner Wiederkehr, vornemlich von der Wirkung der an-

ziehenden Kraft des Jupiters her, die seinen Lauf gestört. Auch in noch ältern Zeiten hatten sich zwischen 75 oder 76 Jahren, nemlich An. 1456, 1380 und 1305 Kometen gezeigt, welches stark vermuthen ließ, daß dies eben der Komet von 1682 gewesen sey. Halley verkündigte demnach hieraus die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759 *). Diese bis dahin in ihrer Art einzige Vorhersagung traf glücklich ein, und breitete über die Kometenlehre ein allgemeines Licht aus **). Wir können, hiernach zu rechnen, diesen Kometen, den man den Halleyischen zu nennen pflegt, wieder um das Jahr 1834 erwarten. Noch scheinen die Kometen von 1532 und 1661 einen ähnlichen Lauf gehabt zu haben, und einige Astronomen folgerten daraus, daß es ein und derselbe gewesen, und erwarteten hiernach die Wiederkehr desselben auf das Jahr 1789 oder 1790; allein sie ist nicht erfolgt ***). Aus ähnlichen Gründen vermuthet man die Einerleyheit des Kometen von 1264 und 1556, welcher also etwa um das Jahr 1848 wieder kommen müßte. Newton und Halley berechneten die Wiederkunft des größten von allen jemals gesehe-

*) Er erlebte aber die Erfüllung seiner Verherverkündigung nicht, denn er starb 1742 den 25. Januar.

**) Der Komet erschien freylich später als er erwartet wurde, indem der letztere Umlauf desselben ein Jahr und 8 Monate länger dauerte als der von 1607 bis 1682; allein Clairaut und andere haben sehr deutlich bewiesen, daß seine Verspätigung blos einer auf seinen Lauf gewirkten anziehenden Kraft des Jupiters und Saturns zuzuschreiben sey.

***) Und dieses wol aus der Ursache, weil die Einerleyheit der beyden von 1661 und 1532 sehr zweifelhaft ist.

nen Kometen, der Ao. 1680 sichtbar war, und der Erde unter allen bisher bekannten am nächsten kömmt, auf das Jahr 2254. Dem Kometen von 1769 giebt Lexell eine Periode von 519 Jahren, Beßel aber in seiner Preisschrift zwischen 1691 und 2673 Jahren (s. astronomisches Jahrbuch 1810, Seite 88 u. f.). Für den Kometen von 1770 bringt Lexells Berechnung nur eine Periode von $5\frac{1}{2}$ Jahren heraus *). Prosperin bestimmt die Rückkehr des Kometen von 1779 auf 1150 Jahr; bey dergleichen Berechnungen bleibt aber vieles noch unzuverläßig.

§. 752. Der Komet von 1759, welcher nunmehr, so weit seine Geschichte reicht, also seit dem Jahr 1305 (§. 750) sechsmal seinen 75- bis 76jährigen Umlauf vollendet, hat bey seiner letzten, im voraus erwarteten Wiederkehr durch den Augenschein gelehrt, daß die Kometen sich nach eben den Gesetzen wie die Planeten, in sehr langen elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Ich habe in der 130sten Figur die ganze Ellipse dieses Kometen AEPBA, in welcher er, nach der Ordnung dieser Buchstaben, folglich rückwärts läuft, in ihrer richtigen Gestalt und Größe, im Verhältniß der uns bekannten Planetenbahnen vorgestellt, (wiewol die für ☿ und ♀ fehlen, weil sie in dieser Figur zu klein ausfallen). In dem einen Brennpunct dieser Ellipse S

*) Warum dieser Komet bey einem solchen kurzen Umlauf nicht öfterer erscheint, ist schwer zu beantworten; doch hat Lexell darüber Muthmaßungen gewagt, und die Ursache in der gänzlichen Störung seines Laufs durch den Jupiter zu finden geglaubt. (S. astronom. Jahrbuch 1781, S. 21.)

liegt die Sonne, von welcher der Komet in seinem Perihelio in P um 0, 58 des Halbmessers der Erdbahn = SP entfernt bleibt. In T ist der zweyte Brennpunct derselben, und in A das Aphelium; AP ist daher die große Axe oder Apsidenlinie; aus der Sonne betrachtet, liegt P der Länge nach im 3° ♒, und A im 3° ♌; ☊ S ☋ ist die Knotenlinie, an welcher sich die Ebene der Bahn um 18° neigt, woraus sich die Lage derselben gegen die Ebene der Erdbahn oder Ecliptik (des Papiers), auch daß uns der Komet größtentheils unter einer südlichen Breite erscheinen muß, weil nur der kleine Theil der Bahn ☊ P ☋ nordwärts von der Erdbahn liegt, erkennen läßt; ☊ geht heliocentrisch zum 24° ♉ und ☋ zum 24° ♏.

§. 753. Nun setzt la Lande die periodische Umlaufszeit dieses Kometen auf 28070 Tage; wird hiermit die Umlaufszeit der Erde verglichen, und deren mittlerer Abstand von der Sonne als 1 angenommen, so läßt sich nach Keplers Lehrsatz (§. 576.) die mittlere Entfernung dieses Kometen von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner Ellipse $CA = CP = SL = SN$ (§. 420.) finden, nemlich $365,25^2 : 28070^2 = 1^3 : 18{,}07^3$, demnach ist $CA = CP = 18,07$; hiervon $SP = TA = 0,58$ abgezogen, läßt die Excentricität $CS = CT = 17,49$ übrig, woraus sich durch $SL^2 - SC^2 = CL^2$ die halbe kleine Axe $CL = 4,54$ ergiebt. Die Bahn dieses Kometen ist also viermal so lang als breit; der Komet kommt der Sonne im Pe-

rihelio $\frac{17,49 + 18,07}{0,58}$ = 61mal näher als im Aphelio, und entfernt sich im letztern Punct fast noch einmal so weit als Uranus von der Sonne. Kometen, die der Sonne noch näher kommen als dieser, haben noch weit schmälere Bahnen, und laufen also in der Gegend ihrer Sonnenferne noch viel weiter über die Uranusbahn hinaus. Wenn man ferner in der 130sten Figur die Linien m T E und n T B, die an T gleichgroße Scheitelwinkel m T n und B T E machen, zieht, so zeigt sichs, wie schnell die Kometen in der Gegend ihrer Sonnennähe fortlaufen; denn da die Ausschnitte der elliptischen Raumebenen der Bahn den Zeiten proportional sind, so werden nach §. 578. die Bogen E P B und m A n in gleichen Zeiten zurückgelegt. Ich habe den Bogen der Anomalie E P und P B für 200 Tage vor und nach dem Perihelio berechnet; demnach braucht dieser Komet in der Gegend seines Periheliums, um den großen Bogen E P B zurückzulegen, 400 Tage; bey seinem Aphelio rückt er aber in eben der Zeit nur um m n fort. Hiebey finden übrigens eben dieselben Gesetze der Anziehung oder Schwere des Kometen gegen die Sonne und seiner Anfangs erhaltenen Wurfbewegung, wie oben §. 595. u. f. bey den Planeten statt.

§. 754. Setzt man Fig. 127. den Abstand des Periheliums S P in der Parabel und in der Ellipse gleich, so verhält sich bey einer sehr langen Ellipse, der Parameter derselben, oder die am Brennpunct liegende Ordinate, doppelt genommen, zum Parameter der Parabel H P L, wie der Abstand des Apheliums

von der Sonne zur großen Axe, und die Geschwindigkeiten im Perihelio, in der Ellipse und Parabel verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Parametern. Nach diesen und andern hieher gehörigen Sätzen ist folgende Tafel berechnet, aus welcher die Verbesserung herzuleiten ist, die man bey der in einer Parabel berechneten wahren Anomalie und einem Radius vector (von 5 zu 5 Grad der erstern) anbringen muß, um solche auf eine Ellipse von gleichem Abstande der Sonnennähe, bis auf einen geringen Unterschied zu reduciren *).

Wahre Anomalie.	Verb. der Anomalie.	Verb. des Rad. vect.	Wahre Anomalie.	Verb. der Anomalie.	Verb. des Rad. vect.
Gr.	add.	subtr.	Gr.	add.	subtr.
5	3.9521	7.2178	70	4.3144	9.3862
10	4.2464	7.8178	75	3.9239	9.4305
15	4.4112	8.1666		subtr.	
20	4.5201	8.4116	80	3.7787	9.4701
25	4.5957	8.5994	85	4.3551	9.5067
30	4.6479	8.7502	90	4.6154	9.5409
35	4.6815	8.8755	95	4.7935	9.5734
40	4.6986	8.9813	100	4.9312	9.6050
45	4.6998	9.0727	105	5.0451	9.6366
50	4.6842	9.1520	110	5.1437	9.6694
55	4.6489	9.2215	115	5.2319	9.7044
60	4.5876	9.2829	120	5.3126	9.7433
65	4.4876	9.3374			

*) Siehe *de la Caille* Leçons elementaires d'Astronomie, pag. 292.

Um z. B. für den Kometen von 1759 eine in der Parabel berechnete wahre Anomalie von 60° und den dazu gehörigen Radius vector 0,882 (dessen Log. 9,9455) auf seine elliptische Laufbahn zu reduciren, wird von dem Log. des Abstandes der Sonnennähe = 9,7657 der Logarithm. der großen Axe = 1,5580 subtrahirt; es restirt Log. 8,2077. Nun findet man aus der Tafel für 60° Anomalie, die

Verb. d. Anomalie	4.5876	u. d. Verb. des Rad. v.	9,2829
hiezu obiger Log.	8.2077		8,2077
ist der Log. v. 10′ 24″	2.7953	ist Log. von 0,0031 =	7.4906
wird add. z. d. wahr. Anom. 60°		subt. v. Log. des Rad. v.	9,9455
giebt wahre Anomalie in der Ellipse	60 10 24	in der Ellipse. Log.	9,9424
		giebt d. Rad. v. in d. Ell.	0,876

§. 755. Die folgende Tafel zeigt die vorhin erwähnten **Hauptbestimmungen** (**Elemente**) der **Bahnen aller bis zum Jahr 1807 erschienenen und berechneten Kometen**, mit einer für Liebhaber der Sternkunde hinlänglichen Genauigkeit *). Ich habe

---

*) Im 1sten Bande der Berliner Sammlung astronom. Tafeln, im dritten Bande der Astronomie von **la Lande**, und in **Olbers** Neue Methode die Bahn eines Kometen zu berechnen, kommen die Bestimmungsstücke dieser Tafel nach der **genauesten Berechnung** vor, wiewol selbige bey manchem Kometen, bis auf Minuten nicht völlig zuverläßig seyn mögen.

den Kometen von 1456, welcher einigemal wiedergekommen, nur bey seiner ersten Erscheinung so wie die von 1264 und 1532, welche man mit denen von 1556 und 1661 für einerley hält, nur einmal gerechnet, nachher aber ihre Nummer mit einer kleinern Ziffer bemerkt, und so kommen 98 Kometen in der Tafel vor. Die 5te Columne zeigt den heliocentrischen Ort der Sonnennähe in der Bahn. Er findet sich durch die Berechnung des parabolischen Laufs des Kometen, oder mechanisch durch eine Zeichnung der Bahn desselben. Stellt man sich von diesem Ort ein Perpendicul auf die Ebene der Ecliptik gezogen vor, so bezeichnet eine durch den Punct, wo selbige diese Ebene berührt, aus der Sonne gezogene Linie, den Ort der Sonnennähe in der Ecliptik gerechnet, welchem die 6te Columne angiebt (§. 736). Er findet sich, wenn man die Tangente des Products vom Cosinus der Neigung der Bahn in der Tangente des Abstandes des Periheliums vom ☊ (Argument der Breite,) von diesem Argument subtr. und diesen Unterschied im 1sten und 3ten Quadranten jenes Arguments von der Länge des Periheliums in der Bahn subtr., im 2ten und vierten dazu addirt (§. 440. Anmerk.) Die 7te Columne zeigt die heliocentrische Breite oder den Abstand des Kometen von der Ecliptik in seiner Sonnennähe. Sie wird durch den Sinus des Products, vom Sinus der Neigung der Bahn in dem Sinus des Arguments der Breite gefunden, und ist bey vorwärts laufenden Kometen in den 6 ersten Zeichen des Arguments der Breite nördlich;

in den 6 letzten südlich; bey rückwärts gehenden Kometen aber findet das Gegentheil statt. Die 8te Columne enthält den Radius vector oder den Abstand des Kometen von der Sonne in seiner Sonnennähe, in solchen Theilen, deren die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 1000 hat, auf einen jeden solcher Theile gehen etwa 20000 Meilen. Endlich bemerkt noch die neunte Columne durch den Buchstaben v, daß der Komet aus der Sonne betrachtet, vorwärts laufe, und durch r, daß er rückgängig sey *).

---

*) Der Neigungswinkel der Kometenbahnen wird heliocentrisch, nach der Seite des Kometen und dessen Perihelio hin, betrachtet, genommen, und ist also allemal kleiner als 90°. Nimmt man aber bey rückwärts gehenden Kometen das Supplement des in der Tafel angesetzten Neigungswinkels zu 180°, so fällt dieser stumpfe Winkel auf der entgegengesetzten Seite der ☉ hinterhalb dem Zuschauer und der Komet läuft in seiner Bahn mit den vorwärts gehenden nach einer und derselben Gegend, nemlich von Westen nach Osten. Nach dieser Vorstellung giebt es keine rückwärts gehende Kometen. Doch bleibt der wesentliche Unterschied, daß alle vorwärts laufenden der Rotationsrichtung der Sonnenkugel, wie die Planeten, folgen; die rückwärtsgehenden aber solcher entgegen sich bewegen.

Verzeichniß der Bestimmungsstücke von 98 Kometen, deren Bahnen bisher berechnet worden.

§. 756.

	Zeit der Sonnennähe.			Länge des ☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn	Sonnennähe in der Ecliptik	Sonnennähe Breite	Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
	Jah.	Mt.	Tag.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.		
	Alt. Calend.									
1	837	März	1	27 ♎	11	19 ♑	19 ♑	11 S.	580	r.
2	1231	Jan.	30	13 ♈	6	15 ♌	15 ♌	5 N.	948	v.
3	1264	Jul.	17	29 ♍	30	6 ♑	7 ♑	30 N.	411	v.
4	1299	März	31	17 ♋	69	3 ♈	13 ♓	65 N.	318	r.
5	1301	Oct.	22	15 ♈	70	15 ♑	15 ♑	70 N.	450	r.
6	1337	Jun.	2	24 ♊	32	8 ♉	13 ♉	23 N.	407	r.
7	1456	Jun.	8	18 ♉	18	1 ♒	0 ♒	17 N.	585	r.
8	1472	März	1	12 ♑	5	16 ♉	16 ♉	4 S.	543	r.
7	1531	Aug.	25	19 ♉	18	2 ♒	0 ♒	17 N.	567	r.
9	1532	Oct.	20	20 ♊	33	21 ♋	17 ♋	15 N.	509	v.
10	1533	Jun.	17	6 ♌	36	14 ♋	18 ♋	13 N.	203	r.
3	1556	April	22	26 ♍	32	9 ♑			464	v.
11	1577	Oct.	27	26 ♈	75	9 ♌	8 ♍	70 S.	183	r.
12	1580	Nov.	28	19 ♈	65	19 ♋	19 ♋	65 N.	596	v.
13	1582	May	7	21 ♏	61	5 ♐	28 ♏	12 S.	226	r.
	Neuen Cal.									
14	1585	Oct.	8	8 ♉	6	9 ♈	9 ♈	3 S.	1093	v.
15	1590	Febr.	8	15 ♍	30	7 ♏	3 ♏	23 S.	577	r.
16	1593	Jul.	19	14 ♍	88	26 ♍	15 ♍	12 N.	89	v.
17	1596	Aug.	9	16 ♒	52	28 ♏	6 ♐	50 N.	549	r.
7	1607	Oct.	26	20 ♉	17	2 ♒	0 ♒	17 N.	588	r.
18	1618	Aug.	17	23 ♑	21	18 ♒	17 ♒	9 N.	513	v.
19	1618	Nov.	8	16 ♊	38	2 ♈	6 ♈	36 S.	380	v.
20	1652	Nov.	13	28 ♊	79	28 ♈	11 ♊	58 S.	847	v.
9	1661	Jan.	27	22 ♊	33	26 ♋	19 ♋	15 N.	448	v.
21	1664	Dec.	4	21 ♊	21	11 ♌	9 ♌	16 S.	1026	r.
22	1665	April	24	18 ♏	76	12 ♊	24 ♉	23 N.	106	r.
23	1672	März	1	27 ♑	83	17 ♉	9 ♋	69 N.	697	v.
24	1677	May	6	27 ♏	79	18 ♌	16 ♋	76 N.	280	r.
25	1678	Aug.	27	12 ♍	3	28 ♒	28 ♒	1 N.	1238	v.
26	1680	Dec.	18	2 ♑	61	23 ♐	27 ♐	8 S.	6	v.
7	1682	Sept.	14	21 ♉	18	3 ♒	0 ♒	17 N.	583	r.
27	1683	Jul.	13	23 ♍	83	25 ♊	11 ♋	83 N.	560	r.
28	1684	Jun.	8	28 ♐	66	29 ♏	15 ♐	27 S.	960	v.
29	1686	Sept.	17	21 ♓	31	17 ♊	16 ♊	31 N.	325	v.
30	1689	Dec.	1	24 ♒	69	24 ♐	22 ♑	54 N.	17	r.
31	1698	Oct.	19	28 ♐	12	1 ♑	1 ♑	1 S.	691	r.

	Zeit der Sonnennähe.			Länge des ☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe			Abstand d. ⊙Nähe ⊙ von der Erde = 1000	Bewegung.
						in der Bahn	in der Ecliptik	Breite		
	Jah.	Mt.	Tag.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.		
32	1699	Jan.	13	22 ♒	69	3 ♏	7 ♎	62 N.	744	r.
33	1702	März	14	9 ♎	4	19 ♌	19 ♌	3 S.	646	v.
34	1706	Jan.	30	13 ♈	55	12 ♊	27 ♉	45 N.	426	v.
35	1707	Dec.	12	23 ♉	89	20 ♊	23 ♉	27 N.	860	v.
36	1718	Jan.	15	9 ♌	30	1 ♌	2 ♌	4 N.	1026	r.
37	1723	Sept.	28	14 ♈	50	13 ♉	4 ♉	21 S.	999	r.
38	1729	Jun.	23	11 ♒	77	22 ♒	12 ♒	5 N.	4070	v.
39	1737	Jan.	30	16 ♏	18	26 ♒	25 ♒	5 N.	223	v.
40	1739	Jun.	17	27 ♎	56	13 ♋	2 ♋	53 N.	672	r.
41	1742	Febr.	8	5 ♎	67	8 ♏	19 ♎	29 S.	765	r.
42	1743	Jan.	11	8 ♊	2	3 ♋	3 ♋	1 N.	838	v.
43	1743	Sept.	21	5 ♈	46	7 ♐	28 ♏	39 N.	521	r.
44	1744	März	1	16 ♉	47	17 ♎	25 ♎	21 N.	222	v.
45	1747	März	3	27 ♌	79	7 ♑	14 ♒	49 S.	2198	r.
46	1748	April	29	23 ♏	85	5 ♏	21 ♏	18 N.	841	r.
47	1748	Jun.	18	5 ♉	57	6 ♑	20 ♐	47 S.	655	v.
48	1757	Oct.	21	4 ♏	13	2 ♌	3 ♌	13 S.	339	v.
49	1758	Jun.	11	21 ♏	68	28 ♐	6 ♐	34 N.	215	v.
7	1759	März	13	24 ♉	18	3 ♒	0 ♒	17 N.	583	r.
50	1759	Nov.	27	20 ♌	79	23 ♉	8 ♊	78 N.	798	v.
51	1759	Dec.	17	20 ♊	5	18 ♌	18 ♌	4 S.	966	r.
52	1762	May	28	19 ♓	85	15 ♋	9 ♍	64 N.	1010	v.
53	1763	Nov.	2	26 ♓	74	25 ♊	21 ♊	74 N.	498	v.
54	1764	Febr.	12	29 ♋	54	16 ♈	14 ♈	54 N.	564	r.
55	1766	Febr.	17	4 ♐	41	23 ♌	20 ♌	40 N.	505	r.
56	1766	April	17	17 ♉	8	25 ♎	3 ♐	2 N.	639	v.
57	1769	Oct.	7	25 ♍	41	24 ♌	1 ♍	19 S.	123	v.
58	1770	Aug.	9	19 ♌	2	26 ♓	25 ♓	1 S.	637	v.
59	1770	Nov.	22	19 ♋	31	28 ♎	0 ♏	31 S.	528	r.
60	1771	April	19	28 ♈	11	13 ♋	14 ♋	11 N.	902	v.
61	1772	Febr.	19	13 ♐	19	18 ♋	17 ♋	11 S.	1018	v.
62	1773	Sept.	5	1 ♌	61	16 ♊	5 ♋	59 S.	1134	v.
63	1774	Aug.	15	1 ♎	83	17 ♒	24 ♓	43 N.	1429	v.
64	1779	Jan.	4	25 ♈	32	27 ♊	23 ♊	28 N.	713	v.
65	1780	Oct.	1	4 ♌	54	6 ♐	21 ♐	43 S.	99	r.
66	1780	Nov.	29	22 ♌	72	7 ♐	3 ♑	67 S.	515	r.
67	1781	Jul.	7	23 ♊	82	29 ♏	19 ♐	24 N.	776	v.
68	1781	Nov.	29	17 ♊	27	16 ♈	19 ♈	24 N.	961	r.
69	1783	Nov.	15	24 ♉	53	15 ♉	19 ♉	7 S.	1565	v.
70	1784	Jan.	21	27 ♉	51	21 ♊	12 ♊	18 S.	708	r.
71	1784	April	9	27 ♊	48	29 ♒	18 ♒	41 N.	650	r.
72	1785	Jan.	27	24 ♐	70	20 ♋	3 ♋	24 S.	1144	v.
73	1785	April	8	5 ♊	87	28 ♑	9 ♐	53 N.	427	r.
74	1786	Jul.	7	14 ♎	51	9 ♍	21 ♍	26 S.	410	v.
75	1787	May	10	17 ♋	48	8 ♈	3 ♈	47 N.	349	r.

	Zeit der Sonnennähe.			Länge des ☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn	Sonnennähe in der Ecliptik.	Sonnennähe Breite.	Abstand d. ☉ Nähe. ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
	Jah.	Mt.	Tag.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.		
76	1788	Nov.	10	7 ♍	12	9 ♋	10 ♋	11 N.	1063	r.
77	1788	Nov.	20	22 ♓	65	23 ♈	7 ♈	27 N.	757	v.
78	1790	Jan.	15	26 ♍	32	0 ♊	26 ♉	28 N.	753	r.
79	1790	Jan.	28	27 ♐	57	22 ♋	11 ♋	20 S.	1064	v.
80	1790	May	21	3 ♉	64	4 ♑	11 ♐	51 N.	798	r.
81	1792	Jan.	13	11 ♎	40	6 ♉	1 ♉	16 N.	1293	r.
82	1792	Dec.	27	13 ♑	49	16 ♌	6 ♌	24 N.	966	r.
83	1793	Nov.	4	18 ♋	60	19 ♏	8 ♐	49 S.	403	r.
84	1793	Nov.	18	2 ♈	52	11 ♊	0 ♊	47 N.	1504	v.
85	1795	Dec.	15	23 ♓	22	10 ♍	11 ♍	5 N.	243	v.
86	1796	April	2	17 ♈	65	13 ♎	15 ♎	4 S.	1578	r.
87	1797	Jul.	9	29 ♒	51	19 ♉	14 ♉	50 S.	527	r.
88	1798	April	4	2 ♌	44	15 ♋	20 ♋	12 S.	485	v.
89	1798	Dec.	31	9 ♐	42	4 ♉	11 ♉	23 S.	775	r.
90	1799	Sept.	7	9 ♋	51	4 ♈	0 ♈	51 N.	840	r.
91	1799	Dec.	25	27 ♌	77	10 ♎	9 ♍	42 S.	626	r.
92	1801	Aug.	8	14 ♉	21	4 ♎	6 ♎	14 S.	262	r.
93	1802	Sept.	9	10 ♒	57	2 ♓	23 ♒	18 N.	1094	v.
94	1804	Febr.	13	27 ♍	56	29 ♌	10 ♍	23 S.	1071	v.
95	1805	Nov.	18	15 ♓	16	28 ♌	28 ♌	4 N.	379	v.
96	1805	Dec.	31	11 ♐	16	19 ♋	18 ♋	10 S.	892	v.
97	1806	Dec.	29	22 ♒	35	4 ♋	10 ♋	25 S.	1082	r.
98	1807	Sept.	19	27 ♐	63	1 ♑	29 ♐	3 N.	648	v.

§. 757. Die vorige Tafel zeigt demnach im allgemeinen, die größte Annäherung eines jeden Kometen gegen die Sonne, die Stellung, Lage und andere Umstände des Stücks seiner wahren (vorausgesetzten) parabolischen Laufbahn, in welchem er den Erdbewohnern sichtbar seyn kann. Wenn man nun außerdem die wahre Entfernung der Planeten von der Sonne, vom Merkur bis zum Mars, in der Gegend, wo ein Komet in seinem Perihelio, der Länge in der Ecliptik nach gerechnet, war, zum Grunde legt; oder, wenn man die Entfernung des Puncts von der Sonne berechnet, wo die vom Ort der Son=

nennähe in der Bahn des Kometen auf die Ebene der Erdbahn gezogene Perpendicularlinie hintrifft *), über welchem also der Komet im Perihelio senkrecht gestanden, so zeigt hiernach die folgende Tafel, für den ersten Fall in der Columne α die Anzahl der Kometen, welche in einem jeden Zwischenraum zwischen diesen Planetenbahnen, der Sonne im Perihelio nord- oder südwärts vorbeygingen, oder nach dem zweyten Fall in der Columne β, wie viele über jedem Zwischenraum nord- oder südwärts senkrecht, ihr Perihelium erreichten.

	Anzahl der Kometen.	
	α	β
Zwischen der ⊙ und der Merkursbahn	22	52
— — Merkur- und Venusbahn	35	28
— — Venus- und Erdbahn	20	15
— — Erd- und Marsbahn	16	3
— — Mars- u. Jupitersbahn	4	

Es liefen also von diesen 98 Kometen nur 16 in einer größern Entfernung als die Erde und nur 4 in einer größern als Mars, zunächst um die Sonne herum; und nur die Fernröhre haben, bey zugleich sehr vortheilhaften Stellungen der Erde, diese letztern Kometen bey uns sichtbar gemacht.

*) Diese so genannte abgekürzte Entfernung von der Sonne (§. 440.) ergiebt sich durch das Product des Abstandes des Periheliums von der Sonne, in dem Cosinus der Neigung der Bahn.

§. 758. Hieraus läßt sich nun folgern, daß die Anzahl der Kometen im Sonnensystem sehr ansehnlich seyn muß, und wir nur diejenigen größtentheils beobachten können, die sich bis innerhalb der Erdbahn zur Sonne herablassen. Denn sollten nicht die mehresten Kometen in größern Weiten von der Sonne als Mars, Jupiter, Saturn und vielleicht auch Uran, schon ihr Perihelium erreichen und ihre Bahnen sich mit der zunehmenden Entfernung immer mehr erweitern? Dies lassen die dortigen größern Räume zur Bewegung und besonders die ungeheuren Abstände der nächsten Fixsterne von unserm Sonnensystem, als sehr wahrscheinlich vermuthen. Diese Kometen werden daher immer außer dem Gesichtskreise der Erde ihre vom Finger der Allmacht vorgezeichneten Laufbahnen fortwandeln. Wie viele Erscheinungen dieser Weltkörper hat uns nicht schon die Geschichte aus dem Alterthum aufbehalten, und wenn man auch einige davon abrechnet, weil damals zuweilen Lufterscheinungen, Feuerkugeln 2c. für Kometen angesehen wurden, so ist hingegen nicht zu vermuthen, daß unter dieser schon beträchtlichen Anzahl, verschiedene einigemal wiedergekehrt seyn sollten, weil die mehresten Jahrhunderte zu ihrem Umlaufe gebrauchen, und damit kommen immer einige hundert bisher wirklich schon gesehener Kometen heraus. Rechnet man noch, wie viele Himmelskörper dieser Art ihrer großen Entfernung wegen nur durch Fernröhre sichtbar sind, welche demnach vor Erfindung dieser optischen Hülfsmittel unbemerkt blieben, aber jetzt von den Astronomen dadurch aufgesucht werden.

Ferner, wie viele bey Tage erscheinen können, oder noch mehr, bey anhaltenden trüben Nächten oder großen südlichen Abweichungen den nachforschenden Blicken des europäischen Sternkundigen entgehen, so erhält man eine Vorstellung, daß die Anzahl der Kometen in unsrer Sonnenwelt sehr ansehnlich seyn müsse. Lambert bringt in seinen cosmologischen Briefen, nach einem sehr mäßigen Ueberschlage, schon an 4000 heraus.

§. 759. In der wahren Größe mögen viele dieser Weltkörper dem einem oder dem andern Planeten gleich kommen, wo nicht gar übertreffen. Dies haben schon Beobachtungen gelehrt *), und läßt sich auch aus der Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne, welche noch in den erstaunlichen Entfernungen, bis zu welchen manche Kometen in ihrem Aphelio gelangen, vermögend ist, selbige in ihren Bahnen herum zu lenken, erkennen. Ferner laufen die Planeten in fast kreisförmige Bahnen und die mehresten bis auf geringe Abweichungen in einer und derselben Ebene um die Sonne, und hiebey wird folglich die mächtige Anziehungskraft jener großen Weltkugel nur nach einer gewissen Gegend genützt. Damit aber noch mehrere Weltkörper von dem Reichthum, den das Licht und der wohlthätige Einfluß

*) Z. B. der Komet von 1770 war den 1sten Juli nach Prosperins und Lamberts Berechnung nur 7mal weiter als der Mond von uns, und sein Kern hatte wenigstens 10 Min. im Durchmesser, hiernach mußte er den Mond an Größe 13mal übertreffen.

Einfluß der großen Sonne verschwenderisch allenthalben um sich ausstreuet, Vortheile ziehen möchten, neigte die Allmacht ihre Laufbahnen unter allen möglichen Winkeln gegen die mehrentheils gemeinschaftliche Ebene der Planetenbahnen *), und damit zugleich ihre Anzahl ansehnlich seyn könne, und die zwischen den Planetenbahnen befindlichen Räume ohne Gefahr einer allzugroßen gegenseitigen Annäherung bestens genützt werden möchten, erhielten sie eine mehr oder minder gegen die Sonne senkrechte Fallkraft, wodurch sich einige in sehr schmalen Ellipsen tief zur Sonne herabsenken; andere hingegen und die mehresten sich in breitern und verschiedene Planetenbahnen einschließenden elliptischen Gleisen, in erweiterten Räumen um die Sonne schwingen. Erstere müssen also wegen ihres stärkern Falls gegen die Sonne, sich auch wieder in ihrem Aphelio viel weiter von derselben entfernen, als verhältnißmäßig die letztern; auch müssen jene nach dem Keplerschen Lehrsatz dort viel langsamer laufen, als diese. Daher ist die späte Wiederkehr der Kometen nicht sowol ihren sehr ablangen, oft sich weit über alle Planeten hinaus erstreckenden Bahnen, als vielmehr ihrem in der Gegend der Sonnenferne ungemein langsamen Fortgange, zuzuschreiben (§. 753).

§. 760. Ueber die Natur und Beschaffenheit dieser Weltkörper, haben die Naturforscher aller Zeiten

*) Wegen dieser starken Neigungen der Kometenbahnen liefen von den 98 Kometen der Tafel im §. 756, allein 52 im Perihelio nord- und südwärts senkrecht über die Ebene weg, welche die Merkursbahn einschließt (§. 757).

verschiedene Gedanken geheget. Welche Vorstellung soll man sich bey den hier statt findenden Ausnahmen, von denselben machen. Die Planeten werden fast kreisförmig um die Sonne geführt; die Kometen hingegen durchlaufen Bahnen, auf welchen sie bald die Wirkungen der Sonne in der größten Nähe empfinden, und dann wieder jenseits aller Planeten, sich so weit von derselben entfernen, daß ihre wohlthätigen Einflüsse, wie es scheint, ganz unwirksam werden müssen. Welche große Veränderungen werden nicht hiebey auf der Oberfläche der Kometen vorgehen, und ist es wol Wunder, daß wir solche sogar auf der Erde noch bemerken, wie in der That ihre Nebel oder Lichtschimmer, in welchen sie uns in der Nachbarschaft der Sonne sichtbar sind, und ihre Schweifen erkennen zu geben scheinen. Worin bestehen aber diese Veränderungen? Gerathen etwa diese Weltkörper, wenn sie gegen die Sonne anrücken, in Brand, und sehen wir in ihren Nebeln und Schweifen den von ihren Oberflächen aufsteigenden Dampf? Oder entstehen diese Schweife aus den von der Sonnenhitze in Dünste aufgelöseten wäßrigten Atmosphären der Kometen? Bey diesen Meinungen wird die Sonne für ein wirkliches Feuer gehalten, dessen Hitze auf den Kometen mit der Annäherung zunimmt. Der große Komet von 1680 kam aber der Sonne in seinem Perihelio 166mal näher als die Erde, und mußte hiernach ihre Hitze 27556mal stärker als die Erde empfunden, oder die Erhitzung seiner Kugel die von einem glühenden Eisen bey uns 2000mal übertroffen haben, und wie unbeschreiblich

strenge müßte nicht im Gegentheil die Kälte seyn, welcher dieser Komet in seiner Sonnenferne blos gestellt wäre? Wie unbedeutend wäre dann auch nicht die Größe eines Kometen gegen seinen Dunstkreis, da der Schweif sich oft auf mehrere hundert tausend Meilen weit in der Länge erstreckt. Warum erscheinen uns diese aufgestiegenen Dünste noch so glänzend, und vornemlich nach einer von der Sonne abgewendeten Richtung? Wie könnten wir durch die oft lebhaft schimmernden Schweifen der Kometen zuweilen auch sogar die kleinsten Fixsterne erkennen, wenn sie aus dicken wäßrigten Dämpfen und Nebeln bestehen sollten.

§. 761. Die neueste sich auf richtige Beobachtungen und Vernunftschlüsse gründende Meinung über die Natur dieser Weltkörper ist folgende: Da man die verspätete Wiederkehr des Kometen von 1759 (§. 751.) sehr deutlich aus der Wirkung der Anziehungskraft des Jupiters und Saturns, welchen großen Planeten er auf seinem Wege zur Sonne nahe kam, erklärt, und dergleichen Perturbationen von Planeten auch bey mehreren Kometen bemerkt, hingegen Kometen, die unserer Erde nahe vorbey gingen, keinen merklichen Einfluß auf ihre Bewegung geäußert haben, so scheint die Masse der Kometen gegen ihre Größe unbeträchtlich zu seyn *). Sie sind also wahrscheinlich aus einer feinern Materie als die Planetenkugeln gebildet, ihre

*) Die wechselseitigen Anziehungskräfte stehen aber mit den Massen und nicht mit den Größen der Weltkörper im Verhältniß. (§. 608.)

Atmosphären und Schweifen bestehen aus einem selbstleuchtenden ätherischen äußerst subtilen Stoffe, und vielleicht ist gar die lockere Masse ihrer Körper selbst damit vermischt. Man sieht sie daher auch durch Fernröhre nie scharf begrenzt, sondern äusserst undeutlich in einem feinen ätherischen Lichtstoff eingehüllt; der Schatten des Körpers wird im leuchtenden und durchsichtigen Schweif nicht sichtbar, sie glänzen auch an ihrer von der Sonne weggekehrten Nachtseite, und entlehnen von dieser Quelle des Lichts vielleicht nur den geringsten Theil ihrer Erleuchtung. Bey ihrer schnellen Annäherung zur Sonne wird durch eine verstärkte Wirkung derselben jene subtile Materie ausgedehnt, noch mehr verdünnt, und erzeugt den anscheinenden Nebel oder Lichtschimmer, der, vielleicht seiner Natur nach, die nahe Sonne flieht, sich größtentheils derselben gegenüber sammlet, und hinterhalb dem Kometen den Schweif formirt, welcher daher ihm folgt, wenn er zur Sonne eilt, hingegen vor ihm hergeht, wenn er von derselben zurückkommt. In einer großen Entfernung, und wol gar erst jenseits der mehresten Planetenbahnen, fällt wahrscheinlich dieser bey der großen Entlegenheit von der Sonne unentbehrliche Stoff wieder auf den Kometen zurück, und er verliert seinen Schweif und vielleicht auch größtentheils den Nebel *). Daß dieser glänzende Stoff mit der Ma-

*) Ob nicht etwa die von Herschel entdeckten sogenannten planetarischen Nebelflecke, die in runder Gestalt erscheinen, Kometen sind, die in der Gegend ihrer Sonnenferne, wo sie äußerst langsam fortrücken, sich aufhalten?

terie des Zodiacallichts und der Nordscheine sehr nahe verwandt zu seyn scheint, hat schon Mairan bewiesen *).

§. 762. Bey unserer jetzigen Kenntniß von der Natur und dem Lauf der Kometen, wenn dabey auch noch manches unvollkommen seyn sollte, ist wol die Untersuchung, ob diese Himmelskörper, wie die Alten wähnten, den Erdbewohnern Glück oder Unglück bedeuten, sehr überflüßig. Allein eine wichtigere Frage möchte seyn, ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung gegen die Erde einige physikalische Wirkungen auf dieselbe äußern könnten. Die newtonsche Theorie der anziehenden Kraft der Himmelskörper läßt dieses freylich zum Theil erwarten, und einige Naturforscher haben hiernach Gelegenheit genommen, uns durch allerhand willkührliche Hypothesen zu erschrecken, wobey noch die Kometen und ihre Schweife von der fürchterlichsten Seite vorgestellt werden. Diese Körper, sagen sie, durchstreichen die Bahnen der Planeten von allen Seiten her, wie, wenn einer derselben auf seinem schnellen Fluge gerade den Erdball träfe, denselben in Brand steckte und zerstörte, oder mit zur Sonne fortrisse, oder uns den Mond raubte, oder seinen Schweif als einen Wasserstrom, wie bey der mo-

*) S. des Professor Fischers Betrachtungen über die Kometen, bey Gelegenheit der vermutheten Wiedererscheinung eines Kometen im Jahr 1789, nebst Abbildung und Beschreibung einer sinnreichen und auch für Liebhaber brauchbaren Maschine zu Untersuchungen über den wahren und scheinbaren Lauf der Kometen, 8. Berlin 1789.

saischen Sündfluth, nach Whistons Vorstellung, geschehen, auf uns herabgösse, und dadurch Verwüstungen mancher Art auf dem Erdboden anrichtete. — Fehlen vielleicht daher schon hie und da Planeten im Sonnensystem, oder machen die Planeten etwa Eroberungen, und ziehen die Kometen als Monde an sich? Haben wol Uran, Saturn, Jupiter und Erde ihre Monde auf diese Art erbeutet? — Alle dergleichen Einfälle und Besorgnisse werden bey einer gehörigen Prüfung als sehr ungegründet befunden. Noch nie sind dergleichen Umkehrungen von Kometen im Sonnensystem bemerkt worden. Es bleibt auch ohne Zweifel ein jeder Himmelskörper das was er einmal ist, so daß Zerstörungen des einen durch den andern nicht statt finden, denn die Erhaltung ganzer Weltkugeln war gewiß eine der ersten Absichten ihres weisen Urhebers, dazu sind alle Anlagen vorhanden, und die langen elliptischen Bahnen der Kometen deswegen im Weltraum dergestalt gelegt und angeordnet, daß sie sich bey ihrem schnellen und nach verschiedentlichen Richtungen gehenden Lauf allemal geschickt ausweichen können.

§. 763. Man setzt gewöhnlich, daß sich die Unmöglichkeit einer solchen zerstörenden Annäherung eines Kometen gegen die Erde nicht unwidersprechlich beweisen läßt *); allein wenn man solche auch nicht

---

*) Diese Unmöglichkeit könnte man unterdessen wol schon im voraus annehmen, da die Anziehungskraft der Erde bereits in der Entfernung auf den Kometen zu wirken beginnt, und ihn nur bey seiner größern Annäherung von seiner wahren Laufbahn etwas abzulenken vermag, aber nicht von seinem

zugiebt, so ist doch leicht zu zeigen, daß ihre Wahrscheinlichkeit äußerst geringe ist. In dem Fall der größtmöglichsten Gefahr muß nemlich der eine oder andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblick, da die Erde in diesem Punct ankömmt, zugleich durch denselben gehen. Beyde Bedingungen möchten aber wol in den nächsten hunderttausend Jahren nicht zusammentreffen, wie schon ein beyläufiger Ueberschlag zeigen würde. Ferner ist noch keine Kometenbahn bekannt, deren auf oder nieder steigender Knoten gerade in der Erdbahn läge, und obgleich unter den 98 im vorigen Verzeichnisse vorkommenden Kometen, der von 1680 am gefährlichsten werden könnte, weil er der Erde am nächsten kömmt; so bleibt er doch, nach Prosperins Berechnung, in seiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ = $\frac{1}{200}$stel des Abstandes der Sonne von der Erde = 105000 Meilen, oder etwa noch einmal so weit, als der Mond, von uns *), wobey er allenfalls durch seine dadurch erhaltene Schwere gegen die Erde, oder einer auf ihn wirkenden Anziehungskraft derselben, wenn er viel größer als unser Mond angenommen wird, das

zur Sonne weit mächtiger gehendem Zuge ihn abzuhalten oder gerade gegen sich heran zu treiben, im Stande ist.

*) Nach eben dieses Astronomen Berechnung bleibt der Komet von 837 3mal, der von 1684 4mal, der zweyte von 1618 6mal, der erste von 1743 kaum 6mal, der von 1763 7mal, der von 1779 6mal, der erste von 1770 7mal weiter als der Mond von uns, in dem Fall der größten möglichen Annäherung; alle übrige Kometen bleiben viel weiter von der Erde entfernt. S. astr. Jahrb. für 1789 Seite 194 u. 196.

Gleichgewicht der Luft unterbrechen, also einen Sturm oder eine stärkere Ebbe und Fluth in den Gegenden über welchen er senkrecht weggeht, zuwege bringen könnte. Allein diese Wirkungen würden nicht lange dauern, weil Erde und Komet bey ihrer beyderseitigen äußerst schnellen Bewegung *) in wenigen Stunden schon wieder mehrere hunderttausend Meilen weiter von einander sind. Dann braucht auch dieser große Komet 575 Jahr zu seinem Umlauf, und die Erde kann bey seiner späten Wiederkunft jedesmal in ganz andern Puncten ihrer Bahn seyn, wo diese Gefahr nicht statt findet. Setze ich die Puncte der nächsten Zusammenkunft um einen Tag oder einen Grad von einander, so ist erst nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren wieder die Wahrscheinlichkeit da, daß die Erde mit diesem Kometen so nahe zusammen kommen werde. Auch haben die Sternkundigen noch niemals aus sichern Gründen einige Wirkungen von den sich uns nähernden Kometen bemerkt; wol aber im Gegentheil, daß Kometen in ihrem Lauf durch Planeten etwas gestört worden. (§. 642.) Die angeblichen Gefahren, womit der Lauf dieser Himmelskörper die Erde bedrohen sollen, sind daher weiter nichts als leere Einbildungen, und gründen sich so wenig auf allgemeine Naturgesetze, als astronomische Untersuchungen und Erfahrungen.

---

*) Die Erde läuft in jeder Secunde 4,1 Meilen fort und ein Komet in ihrer Nachbarschaft noch ⅓mal schneller (§. 739), das sind 5,7 Meilen.

§. 764. Die Kometen sind ohne Zweifel zu weit höhern Zwecken bestimmt, als den Bewohnern des Erdballs Furcht einzujagen, oder ihre Wohnplätze zu zerstören, welches schon aus ihrer beträchtlichen Anzahl, Einrichtung, und daß sie in regelmäßigen Bahnen, nach gleichen Gesetzen wie die Planeten um die Sonne geführt werden, zu schließen ist. Sollten daher nicht auch auf den weiten Oberflächen dieser großen Körper vernünftige Wesen der Macht und Güte Gottes ihr Daseyn zu danken haben? Diese Kometenbewohner werden sich für ihren Aufenthalt schicken; auch wird der Allgütige Anstalten getroffen haben, sie gegen die außerordentlich veränderlichen Wirkungen der Sonne zu sichern; wer weiß, ob nicht auch die Ausströmung und Aufschwellung der subtilen leuchtenden Materie, in welcher uns der Komet, wenn er zur Sonne kömmt, als in einem Nebel eingehüllt erscheint, zum Nutzen seiner Bewohner abzwecken. — Diese Glücklichen wandeln mit ihren Wohnplätzen von der Sonne bis in die Nachbarschaft der Gränzen ihres Gebiets fort, und können folglich dasselbe aus weit entfernten Puncten und von verschiedenen Seiten beobachten. Auf eins ihrer Jahre gehen nicht selten einige hunderte der unsrigen, und ihre Jahrszeiten richten sich vermuthlich nach ihren jedesmaligen Abständen von der Sonne. — Was für besondere Einrichtungen in Ansehung der Climate, Wohnplätze, Stufenfolge der Geschöpfe, Naturproducte, lassen sich nicht aus allen diesen Vorstellungen auf einer Kometenkugel erwarten? Welchen reichen Stoff zum Nachdenken bietet nicht überhaupt der ungewöhnliche

Anblick dieser Himmelskörper dem Erdbewohner dar; wie vieles liegt aber noch hiebey außer der Sphäre seiner Verstandeskräfte?

Zwölfter Abschnitt.

Von den Fixsternen, ihrer Lichtabirrung, wahren Entfernung, Größe, Beschaffenheit, Menge, Bestimmung, Austheilung; Umfang und Vortreflichkeit des Weltgebäudes.

§. 765.

Obgleich die bisher betrachtete Einrichtung, Größe und Merkwürdigkeit des Sonnensystems schon im Stande ist, bey dem Bewohner des kleinen Erdballs Bewunderung und Erstaunen zu erregen, so hat er mit alle dem dennoch nur erst einem sehr kleinen Winkel des Weltgebäudes aufmerksame Blicke gegönnt. Jene Lichter des Himmels, welche zu Millionen eine heitre Nacht entdeckt, die Fixsterne, leiten ihn zu noch größern Wundern, die seiner ehrfurchtsvollsten Untersuchung vollkommen würdig sind, und eröfnen ihm, so viel sein Geist hienieden davon zu fassen vermag, neue und erweiterte Aussichten in die großen Schöpfungen Gottes.

§. 766. Bereits im zweyten Abschnitt §. 58. ist das Allgemeine von den Fixsternen bemerkt; nemlich ihre Erscheinung; wie sie sich von den Planeten unterscheiden; ihre verschiedene Größe oder Lichtstärke rc. Im dritten Abschnitt kam ihre Abtheilung nach Gestirnen oder bildlichen Vorstellungen, die Anzahl der in Verzeichnisse gebrachten, die Namen der vornehmsten; imgleichen die Lage und die Erscheinung der zu ihnen gehörigen Milchstraße, Nebelsterne, Doppelt und veränderlichen Sterne vor. Im vierten Abschnitt ward von ihrer besondern gemeinschaftlichen Fortrückung in Ansehung der Aequinoctialpuncte, und im sechsten Abschn. §. 373. von ihren scheinbaren Durchmessern, §. 374. von ihrem Funkeln gehandelt. Dann sind noch im siebenten Abschnitt, an gehörigen Oertern, die jährlichen und täglichen Erscheinungen der Fixsterne erläutert worden. Es bleibt nunmehr noch eine scheinbare Bewegung nemlich die Aberration des Lichts derselben, und alsdann die Entfernung, Größe, Beschaffenheit, Menge, wahre Bewegung, Bestimmung rc. dieser Himmelskörper zu untersuchen übrig.

§. 767. Diese Aberration oder Abirrung des Lichts der Fixsterne (§. 466.) ist eine scheinbare und jährlich wiederkehrende periodische Bewegung derselben, nach welcher sie, zufolge ihrer Stellungen, von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf, immer mehr offene Ellipsen um ihren wahren Ort beschreiben, deren größere Axe allemal 40 Secunden im Bogen des größ=

ten Kreises der Länge parallel austrägt. Die in der Ecliptik befindlichen rücken inzwischen 20 Secunden von ihrem wahren Ort, der Länge nach, gegen Osten und Westen, und die in den Polen der Ecliptik stehenden beschreiben um ihren wahren Ort kleine Kreise von 20 Secunden im Halbmesser. Als Bradley auf Flamsteeds, Hooks und Molineux Veranlassung, um das Jahr 1725 über die jährliche Parallaxe der Fixsterne (davon nachher) äußerst genaue Beobachtungen anstellte, entdeckte er wider sein Vermuthen diese periodische und von der Wirkung einer Parallaxe der Erdbahn gerade um 90 Grad abweichende scheinbare Ortsveränderung der Fixsterne. Denn er bemerkte zu Kew, nahe bey London, mit einem von Graham für Molineux verfertigten sogenannten Scheitelmesser, (Sector) von 24 Fuß im Halbmesser, dessen Gradbogen nur einige Minuten enthielte, die aber (des ansehnlichen Halbmessers wegen), vermittelst des Nonii, auch einzelne Secunden angaben, daß der Stern zweyter Größe γ am Kopf des Drachen, welcher nicht weit vom Nordpol der Ecliptik steht, und dem Zenith dieser Stadt nahe kömmt, im December 1725 sich vom Scheitelpunct weiter nach Süden entfernte. Im März 1726 war er 20 Secunden südlicher als drey Monate vorher, und schien einige Tage stille zu stehen; um die Mitte des Aprils fing er an, sich wieder nach Norden zu bewegen; im Anfang des Juni hatte er eben den Abstand vom Zenith als sechs Monate vorher; im September war er 20″ nördlicher, und im December zeigte er sich wieder auf der nemlichen Stelle als im vorigen Jahre.

Seit dem 19ten August 1727 beobachtete Bradley zu Wansted mit einem neuen, sehr genau eingetheilten $12\frac{1}{2}$füßigen Grahamschen Sector, und nahm mit demselben ähnliche periodische Ortsveränderungen an mehreren Sternen wahr. Er bemerkte allgemein, daß ein jeder nördlicher Stern in der Breite am weitesten gegen Norden erschien, wenn er um 6 Uhr des Abends oder am weitesten gegen Süden, wenn er um 6 Uhr des Morgens culminirte, und zwar im Verhältnisse des Sinus seiner Breite, wenn die größte Aberration in der Breite 20 Secunden gesetzt wird. Die größte Aberration in der Länge traf ferner allemal ein, wenn der Stern mit der Sonne in ☌ oder ☍ war; bey jener erschien er um 20″ west- und bey dieser 20″ ostwärts von seinem wahren Orte.

§. 768. Im December 1728 leitete Bradley glücklich die Ursache dieser regelmäßigen Erscheinung an den Fixsternen aus einer zusammengesetzten Bewegung der Erde und der allmähligen Fortpflanzung des Lichts her *). Dies macht die 132ste Figur deutlich. Es sey in E ein Stern, aus welchem ein Lichtstral nach der Richtung EB in der

*) Man hat bisher mit diesem berühmten Manne angenommen, daß das Licht sich von den nächsten wie von den entferntesten, oder von den hellsten bis zu den unscheinbarsten Fixsternen, mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanze, oder daß die Aberration in der Länge bey allen Sternen durchaus von gleicher Größe sey; allein die Richtigkeit dieses Satzes bedürfte wol, meines Erachtens, noch einer nähern Untersuchung.

Ebene der Ecliptik fortschießt; A B ein sehr kleiner Theil der Erdbahn, und C B der Halbmesser derselben. Diese Weite C B lege der Lichtstral zurück, während daß die Erde von A bis B fortrückt. Kömmt demnach die Erde in B, so ist das Licht in demselben Augenblick in diesem Punct angelangt, und daher bestimmen C B und A B die Geschwindigkeiten des Lichts und der Erde in gleichen Zeitmomenten. Zieht man nun C D parallel und gleichgroß mit A B, so läßt sich das Parallelogram D C A B beschreiben, und man kann die Geschwindigkeit des Lichts C B als das Resultat von zwey Geschwindigkeiten nach den Richtungen C D und C A ansehen. Jene wird wegen ihrer gleichen Größe und parallelen Lage mit A B für unser Auge aufgehoben; diese aber bleibt noch für uns bemerkbar, und wir sehen den Stern nach der Richtung A C oder nach B D. Nun ist C B D = B C A der Aberrationswinkel, und giebt an, wie viel hier der Stern E von seinem wahren Ort oder der Linie B C E auf der linken Seite entfernt zu seyn scheint; und da die Beobachtungen die Größe desselben bey dieser Stellung der Erde und des Sterns gegen einander, wobey er am merklichsten seyn muß, gerade 20 Secunden geben, so bestätiget sich die Richtigkeit dieser Erklärung, und zugleich, was Römer, wie oben von §. 463 — 465 gezeigt worden, aus den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten gefunden, daß das Licht in 8 Minuten 7 Secunden von der Sonne bis zu uns, oder durch den Halbmesser der Erdbahn = C B sich fortpflanze; denn in dieser Zeit legt die Erde gerade 20 Secunden im Bogen ihrer

Bahn = AB zurück *). Es folgt auch aus der Figur, daß der Stern allemal nach der Seite hin, von seinem wahren Ort erscheint, gegen welche die Erde fortrückt.

§. 769. Dies letztere zeigt auch die 133ste Figur für alle Stellungen des Sterns gegen die Sonne, bey einem jeden Umlauf der Erde. Es sey RBHK die Bahn der Erde und in S die Sonne. Nach E hinaus stehe ein Fixstern in der Ebene derselben, nach welchem wegen seiner großen Entfernung alle Parallellinien RE, YE, KE, TE, HE gehen (wie schon einigemal bemerkt worden) so wird dieser Stern, wenn die Erde in K ist, in der ☌, und wenn sie in B ist in der ☍ mit der Sonne seyn, oder um 12 Uhr Mittag oder Mitternacht culminiren; in R wird er um 6 Uhr Morgens und in H um 6 Uhr Abends in den Meridian kommen (§. 402.). Man kann R und H die Puncte der Quadraturen des Sterns mit der Sonne nennen. Läuft nun die Erde in der Hälfte ihrer Bahn RBH fort, so muß der Stern, wie aus der vorigen Figur erhellet,

---

*) Uebrigens bleibt dieser kleine Aberrationswinkel von 20 Secunden = BCA, den man den jährlichen nennt, unverändert, so lange die Seiten AB und CB unter einem rechten Winkel in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts für gleiche Zeitmomente = 1 : 10312 (§. 466.) stehen. Der Halbmesser der Erdbahn kömmt bey der Berechnung dieser jährlichen Aberration eines Fixsterns nur deswegen zur Vergleichung vor, weil man schon aus den Jupiterstrabanten Verfinsterungen weiß, was demselben als der Weg des Lichts betrachtet, für ein geringer Bogen der Erdbahn correspondirt.

sich von seinem wahren Ort E *) zur Linken, oder gegen Osten hin entfernen, wobey seine Länge grösser wird. Denn z. B. für die Zeit der ☍ in B sey mB die Bewegung der Erde in der Zeit, da sich das Licht durch einen Halbmesser der Erdbahn = eB fortpflanzt, so wird sich nach dem vorhin bemerkten eBn der Aberrationswinkel = 20 Sec. ergeben. Rückt aber die Erde in der andern Hälfte ihrer Bahn HKR fort, so scheint der Stern, wegen dieser Abirrung des Lichts, zur rechten oder gegen Westen von seinem wahren Ort E abzuweichen, denn z. B. in der ☌ K sey oK der Weg der Erde und der Halbmesser der Erdbahn in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts, so wird SKr die größte Aberration des Sterns E = 20 Sec. westlich, so wie in B östlich. Es läßt sich ferner aus der Figur folgern, daß der Stern an seinem wahren Ort, der Länge nach erscheint, wenn die Erde in R und H ist, und also gerade auf den Stern zu oder von demselben weggeht.

§. 770. Da dieser Stern in der Ebene der Ecliptik stehend angenommen wird, so erhellet deutlich, daß derselbe jährlich nur in einer geraden Linie von 40 Sec. seine Länge verändern muß. Hingegen alle Sterne, die eine Breite haben, oder über der Ebene der Erdbahn erhaben sind, müssen in Ellipsen, deren halbe größere

Axen

*) Man könnte diesen Ort den heliocentrischen nennen, einige Astronomen nennen ihn den mittlern, im Gegensatz des durch die Aberration bewirkten scheinbaren.

Axen 20 Sec. eines größten Kreises, und deren halbe kleinere 20'' Sin. der Breite gleich sind, herum zu laufen scheinen, und werden, nachdem sie eine nördliche oder südliche Breite haben, wenn die Erde in R ist, in dem südlichsten oder nördlichsten, und wenn sie in H kömmt, in dem nördlichsten oder südlichsten Punct dieser Ellipse erscheinen, also die größte Aberration in der Breite und keine Aberration in der Länge haben. Hingegen wenn die Erde in K oder B ist, die größte Aberration in der Länge und keine in der Breite zeigen. Es sey in Fig. 134. KRBH die Erdbahn schräge angesehen; in e ein Stern unter der nördlichen Breite eSG, so wird derselbe, zufolge seiner Aberration sich in der gezeichneten Ellipse um seinen wahren Ort e bewegen, und in den Puncten k, r, b, h, also allemal um den vierten Theil seiner Ellipse = 90° im Bogen um e gerechnet, voraus erscheinen, so wie die Erde in K, R, B, H, kömmt. Ein Stern endlich, welcher selbst im Pol der Ecliptik, demnach senkrecht über dem Punct S Fig. 133 steht, läuft in einem Kreise dabc von 20 Sec. im Halbmesser herum, und nachdem die Erde in die Puncte R, B, H, K kömmt, wird der Stern zu gleicher Zeit in a, b, c, d, folglich allemal am weitesten nemlich 90° im Bogen seines kleinen Aberrationskreises, von seinem wahren Ort gegen die Seite, nach welcher die Erde fortrückt, entfernt erscheinen.

§. 771. Um die Aberration in der Länge zu einer jeden Zeit, außerhalb der ☌ oder ☍ und den Quadraturen des Sterns mit der Sonne zu finden, sey z. B. für den Ort der Erde in i Fig. 133. iu der kleine

Bogen von 20″ den die Erde, um Bi von der ☍ entfernt, in 8 Min. 7″ Zeit zurücklegt, und hu sey der Weg des Lichts vom Stern E in der nemlichen Zeit, so ist ihu der Aberrationswinkel; hu liegt mit eoS parallel, und der Winkel wui = ouS hat den Bogen uH zum Maaße. Daher ist hier der Aberrationswinkel in der Länge = 20″·Sin. wui oder 20″ Sin. uH oder Cos. Bu, und die Aberration in der Länge steht allemal mit dem Sinus des Abstandes der Erde von der Quadratur wo sie o ist, oder des Cos. des Abstandes von der ☍ im Verhältniß. Sie wird von der Quadratur, die der ☍ vorgeht, bis zu der, die der ☍ folgt, zur wahren Länge addirt, und in den übrigen Halbkreis der Erdbahn davon subtrahirt. Die bisher vorgestellte Aberration der Länge wird auf einem größten Kreise und parallel der Ecliptik da am Firmament gemessen, wo der Stern steht. Wenn man aber solche durch zwey aus den Polen der Ecliptik gezogene Breitencirculn, wovon der eine durch den scheinbaren, der andere durch den wahren Ort des Sterns geht, auf die Ecliptik bringt, so wird sie größer und durch die Division mit dem Cosinus der Breite auf die Ecliptik selbst gebracht. Folglich ergiebt sich z. B. die Aberration der Länge eines Sterns E, dessen Breite = 50° und Abstand der Erde von der Quadratur uH 35° ist durch $\frac{20'' \text{ Sin. } 35^\circ}{\text{Cos. } 50^\circ} = 17'', 8$. Die größte Aberration in der Breite, welche in den Quadraturen statt findet ist = 20″.Sin. der Breite des Sterns,

und die Aberration der Breite für eine jede andere Zeit findet sich, wenn man dieses Product noch mit dem Cosinus des Abstandes der Erde von der Quadratur multiplicirt, also im vorigen Beispiel 20″. Sin. 50°. Cos. 35° = 12″,5 wovon die Beweise auf eine nemliche Art wie vorhin sich ergeben. Die Aberration in der Breite ist im ☌ und ☍ = 0. Sie veranlaßt bey nördlichen oder südlichen Sternen eine Abnahme der wahren Breite von der ☌ in K durch R bis zur ☍ in B und im andern Halbkreis der Erdbahn eine Zunahme. Noch ist zu bemerken, daß die Sonne eine beständige Aberration in der Länge von 20″ hat, um welche sie allemal von ihrem wahren Ort sich westwärts zeigt, weil die Richtung des Laufs der Erde in Ansehung der Sonne beständig gegen die rechte Hand also nach Westen geht (§. 400.) Dies läßt sich aus der 133sten Fig. deutlich abnehmen. Die astronomischen Tafeln geben gewöhnlich den scheinbaren Ort der Sonne an, zu welchem man daher allemal der Aberration wegen, 20″ addiren muß, um den wahren zu haben, der bey Berechnung der geocentrischen Oerter der Planeten zum Grunde liegt.

§. 772. Die bisher betrachtete ursprüngliche jährliche Aberration in der Länge und Breite zieht eine Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich, wie leicht einzusehen ist, und da man gewöhnlich die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns beobachtet und dessen Länge und Breite daraus berechnet, so kömmt die Berechnung der Wirkung der Aberration bey jenen noch häufiger vor, als bey

diesen, um die beobachtete scheinbare gerade Aufsteigung und Abweichung auf die wahre zu reduciren. Es sey demnach: Die wahre gerade Aufsteigung eines Sterns = a, die Abweichung desselben = d, die Länge der ⊙ = l. So ist, um die scheinbare beobachtete von beyden zu finden, nach Cagnoli Formeln *):

$$\text{Aberr. in ger. Aufst.} = \frac{-19{,}41734 \text{ Cos.} (a-l) + 0{,}837627 \text{ Cos.} (a+l)}{\text{Cos. } d}$$

$$\text{Aberr. in Abw.} = \text{Sin. } d (+19{,}41734 \text{ Sin.} (a-l) - 0{,}837627 \text{ Sin.} (a+l))$$
$$-4{,}03293 \text{ Cos.} (l-d) - 4{,}03293 \text{ Cos.} (l+d)$$

Soll die beobachtete scheinbare gerade Aufsteigung und Abweichung in die wahre verwandelt werden, so sind die Zeichen zu verwechseln. Man hat aber schon längstens, um dergleichen Rechnungen zu ersparen, Tafeln verfertigt, aus welchen entweder für eine jede Zeit die **Aberration** und auch zugleich die **Nutation** (§. 634) der in denselben angesetzten Sterne in der geraden Aufsteigung und Abweichung, durch bloßes Aufsuchen sich finden läßt, wenn nur die Länge der Sonne für die Aberration und die Länge des ☊ des ☾ für die Nutation bekannt ist **) oder die nach allgemeinen Re-

---

*) Siehe dessen Trigonometrie §. 790. 791. die Aberration zu 20″, 255 angenommen.

) Man findet in **Mezgers Tabulae aberrationis etc. Manhemii 1778, die Aberration und Nutation von 352 Sternen; größtentheils Zodiacale; so wie in der Connoiss. des tems für 1789, 90 und 91, 252 von **de Lambre** berechnet. Der Freyherr v. **Zach** hat im Jahr 1792 Aberrations- und Nutationstafeln für 494 Zodiacalsterne herausgegeben. In der Connoissance des tems für 1788 p. 226. u. folg. stehen allgemeine Aberrations- und Nutationstafeln, von de Lam-

geln, diese Aberration und Nutation, für jeden vorkommenden Fall zu finden nachweisen *). Das in den Berlinischen astronomischen Jahrbüchern von 1776 bis 1783 vorkommende Sternverzeichniß zeigt für 280 der vornehmsten Sterne nicht allein die wahre gerade Aufsteigung und Abweichung nebst deren jährlichen Veränderung, imgleichen die Länge und Breite, sondern auch die größte Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung, das Argument der Aberration **) und den Positionswinkel.

§. 773. Zur allgemeinen Uebersicht habe ich Fig. II. Taf. 19. die Lage und Gestalt der kleinen Ellipse, welche Arctur vermöge der Aberration des Lichts jährlich zu beschreiben scheint, vorgestellt. S ist der wahre (heliocentrische) Ort des Sterns, wo er erscheinen würde, wenn die Erde still stünde. SE geht zum Nordpol der Ecliptik, und SP zum Nordpol des Aequators, demnach ist ESP der Positionswinkel des Arcturs, Aa ein Parallel des Aequators und $\varepsilon\,\delta$ der Ecliptik. Die

---

bre. Im Jahrb. 1801 kommen p. 123. sehr ins Kurze gezogene Aberrations- und Nutationstafeln vor, und im Jahrb. 1809, p. 172—181 eben dergleichen von Hrn. Oltmanns nach den neuesten Elementen und Cagnoli's Formeln aufs genaueste berechnet.

*) Zur Berechnung der Nutation kam schon im 636 §. die Anweisnng vor.

**) Dies ist der Ort der Sonne, wo die Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung = 0 ist, und anfängt positiv zu werden. Lambert lehrt im Jahrb. für 1776, wie man aus dieser Angabe die Aberration für eine jede Zeit finden kann.

halbe große Axe der Ellipse ☌ T ☍ V ☌ verhält sich zur halben kleinen wie 20″ : 20″. Sin. der Breite des Sterns (31° nördl.) = 20 : 10″, 30. Ist nun der Stern mit der ☉, der Länge nach, an einem Ort des Himmels (und nach Fig. 133. die Erde in K) so erscheint derselbe in ☌ (im 21° ♎ den 13ten Oct.) 20″ von seinem Ort S in der Länge westwärts. Nach drey Monaten zeigt sich Arctur (da die Erde in R ist) in der ersten Quadratur (1. □) seiner Aberrationsellipse und 10″, 30 von S in der Breite südlich; in ☍ steht er der ☉ entgegen (die Erde in B) (im 21° ♈ den 10ten April) und 20″ von S ostwärts; endlich zeigt er sich 3 Monate nachher (da die Erde in H kömmt) in der zweiten Quadratur (2. □) 10″, 30 von S nördl. Nach drey Monaten ist er wieder in ☌ und hat also seine jährliche Aberrationsellipse nach der angezeigten Richtung vollendet. Nun kann man sich EAea als die Ecliptik gedenken, in ☌ und ☍ den 21° der ♎ und ♈ setzen, hiernach die Puncte 0° ♈, ♎, ♑ und ♋ und damit die Länge der ☉ für jeden scheinbaren Ort des Sterns bestimmeu. Es sey der Stern in T, so ist, wenn man durch denselben die Linie rTm senkrecht auf S ☌ und Tn senkrecht auf Sa zieht, Sm die Aberration in der Länge, mT in der Breite, Sn in der geraden Aufsteigung und nT in der Abweichung, und r der Ort der Sonne für diese Zeit. In V und W hat der Stern keine Aberration in der Abweichung, und für jenen Punct bestimmt uVw in w den Ort, wo alsdann die Sonne steht, SV ist zu der Zeit die Aberration in der Aufsteigung, Su in der Länge, Vu

in der Breite. In C und F ist hingegen die Aberration des Sterns in der geraden Aufsteigung 0; bey jenem Punct fällt die Länge der Sonne in f, die Aberration in der Länge ist Sk, in der Breite kC und in der Abweichung SC.

§. 774. Nach Lamberts Vorschlag *) kann man diese Aufgabe auch mit Beyhülfe einer künstlichen Himmelskugel mit ziemlicher Genauigkeit mechanisch auflösen: Man führt nemlich den Stern unter den Meridian, und dreht alsdann den Meridian nebst der Kugel so, daß der Stern am Horizont steht. Dann liegen 1) unter dem Meridian über und unter dem Horizont die Puncte der Ecliptik, in welchen sich die Sonne befindet, wenn die Aberration in der geraden Aufsteigung am größten ist. 2) 90 Grade von diesen Puncten ost- und westwärts fortgezählt, ergeben sich diejenigen Puncte der Ecliptik, wo sich die Sonne aufhält, wenn die Aberration in der geraden Aufsteigung = 0 ist. 3) Der westliche oder östliche senkrechte Abstand dieser letztern Puncte vom Meridian ist das Maaß des Winkels, welchen der Meridian mit der Ecliptik in dem Punct derselben macht, der mit dem Stern zugleich culminirt (er heiße n) (§. 192.) **), dessen Sinus mit 20″ mult. und durch

---

*) Berliner Astronomisches Jahrb. 1776 Seite 124—126.

**) Man zählt vom culminirenden Punct der Ecliptik 90° im Meridian gegen den Pol, befestigt dort den meßingenen Höhenquadrant, und führet ihn über einen von jenen, 90° vom culminirenden Punct der Ecliptik liegenden Puncten derselben, so giebt der Quadrant diesen Winkel oder Abstand an.

den Sinus des Abstandes des Sterns vom Pol (= dem Complement seiner Abweichung) dividirt, die größte Abirrung in der geraden Aufsteigung giebt. 4) Am Ost- und West-Horizont liegen die Puncte der Ecliptik, worin die Sonne seyn muß, wenn die Abirrung in der Abweichung am größten seyn soll. 5) 90° von diesen Puncten befindet sich die Sonne, wenn die Abirrung in der Abweichung = 0 ist. 6) Die Höhe oder Tiefe dieser Sonnenörter über oder unter dem Horizont (des 90sten Grades der Ecliptik (§. 206.) = h die der Höhenquadrant angiebt) giebt einen Bogen, dessen Sinus mit 20″ mult. die größte Abirrung in der Abweichung giebt. 7) Die jedesmalige **Aberration in der geraden Aufsteigung findet sich, überhaupt und auch vermittelst des auf diese Art gestellten Globus,** wenn man 20″ **mit dem Product des Sinus des Winkels** n **in dem Cosinus des Abstandes der Sonne von dem Punct der Ecliptik, der mit dem Stern culminirt, multiplicirt, und mit dem Sinus des Complements der Abweichung des Sterns dividirt.** 8) Die **Aberration** in der **Abweichung** ergiebt sich, **wenn man** 20″ **mit dem Product vom Sinus der Höhe des 90sten Grades** = h in dem Sinus des Abstandes der Sonne vom 90sten Grad multiplicirt *).

*) Außer der bisher betrachteten jährlichen Aberration der Fixsterne haben neuere Astronomen auch eine tägliche Aberration derselben berechnet, welche von der Bewegung eines Orts auf der Erdoberfläche in 8′ 7″ Zeit = 2° 2′ im Bogen = 0,0355

§. 775. Auch bey den Planeten und Kometen ist, wegen der jährlichen Abirrung ihres Lichts eine Reduction ihrer beobachteten scheinbaren Oerter auf die wahren nothwendig, wenn man die Berechnung aufs genaueste vornehmen will. Die Größe derselben ist allemal ihrer Bewegung, von der Erde aus betrachtet, in der Zeit gleich, in welcher das Licht von ihnen bis zu uns gelangt, und läßt sich folglich aus ihrem Abstande von der Erde = d (♁ von ☉ = 1) leicht berechnen, wobey man die vom Halbmesser der Erdbahn oder der Entfernung der Sonne von uns = 1 und der Geschwindigkeit der Erde entstehende Aberration von 20″, imgleichen die tägliche mittlere Bewegung der Erde in ihrer Bahn = 59′ 8″ und die scheinbare tägliche geocentrische Bewegung des Planeten oder Kometen in der Länge in Minuten ausgedrückt, = a zum Grunde legt. Hiernach ist die Aberration eines Planeten $= \frac{a \,.\, d \,.\, 20''}{59'\,8'' = 59',13}$ oder da $\frac{20''}{59',13} = 0,3382$ so giebt das Product a . d . 0,3382 die verlangte Aberration in Secunden, um welche der Planet allemal beym Vorwärtsgehen, von seinem wahren Ort westwärts, bey seinem Rückgange aber ostwärts, erscheint. Nach voriger Regel findet sich die Aberration, um den wahren Ort in den scheinbaren oder beobachteten zu ver-

---

des Erdhalbmessers und der Geschwindigkeit des Lichts in der nemlichen Zeit herrührt. Sie beträgt aber kaum den 63sten Theil von der jährlichen, und wird nur bey Sternen nahe am Pol, der geraden Aufsteigung nach, bemerklich. S. hierüber den Aufsatz des Herrn Camerer im 1sten Suppl. Bande zu meinen astron. Jahrbüchern, Seite 198 u. folg.

wandeln, wie folgende Tafel angiebt. Beym Uranus, Saturn, Jupiter und bey der Venus sind die mittlern Entfernungen und demnach die Bahnen als kreisförmig angenommen. Bey dem Mars und Merkur ist wegen ihrer starken Excentricität die Aberration für die größte, mittlere und kleinste Entfernung angesetzt.

	In der ☌	90° v. d. ☉	In der ☍
Uranus *)	− 25	− 5″	+ 15″
Saturnus	− 27	− 6	+ 13″
Jupiter	− 29	− 9	+ 11″
	untere ☌	größte Ausw.	obere ☌
Venus	+ 3½″	− 14″	−43½″

Mars.	Perihelio.	Mittl. Entf.	Aphelio.
☌	− 38″	− 36″	− 35″
90° v. der ☉	−12	− 12	− 12
☍	+ 2	+ 4	+ 6

Merkur.	Perihelio.	Mittl. Entf.	Aphelio.
Untere ☌	+ 20″	+ 11″	+ 6″
größte Ausweichung.	− 19	− 18	− 18
obere ☌.	− 60	− 51	− 46

Nimmt man bey dieser Berechnung die 24stündliche geocentrische Bewegung des Planeten in der Breite, geraden Aufsteigung und Abweichung an, so findet sich die

*) In dieser Tafel zeigt + an, daß der Planet, vermöge der Aberration von seinem wahren Ort, den die Tafeln angeben, gegen Osten; — aber, daß er gegen Westen erscheint. Für die vier neuen Planeten müßte, wegen der starken Excentricität ihrer Bahnen, die Aberration für jeden vorkommenden Fall, nach obiger Vorschrift berechnet werden.

Aberration desselben nach diesen Richtungen. Die Aberration in der Breite ist aber, wenigstens bey den ältern Planeten, die mehreste Zeit so geringe, daß sie in keine Betrachtung kömmt. Die Aberration des Mondes beträgt etwa nur 1″ und kömmt nicht in Rechnung *).

§. 776. Schon ein beyläufiger Ueberschlag zeigt, daß die Entfernung der Fixsterne von uns oder von der Sonne erstaunlich seyn müsse. Die Erde umläuft nemlich jährlich eine Bahn um die Sonne ABCD Fig. 135, deren Durchmesser BD über 40 Millionen Meilen austrägt (§. 562). Wir verändern also inzwischen um diese große Weite unsern Ort im Weltraum, und sind gewissen Fixsternen, z. B. g, h, i, k in C um so viele Millionen Meilen näher als nach 6 Monaten in A. Dessen ohngeachtet erscheinen uns diese Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahrs in einer gleichen Größe und behalten eine unveränderliche Stellung gegen einander. An den scheinbaren Bewegungen und Größen aller Planeten wird der Einfluß der Fortrückung der Erdkugel im Sonnensystem sehr merklich, wie im §. 407 — 409 gezeigt worden, und selbst der 400 Millionen Meilen entlegene Uranus, angenommen, er stehe in T, kann sich der jährlichen Parallaxe der Erdbahn wegen von B oder D aus betrachtet um etwa 3° ost- oder westwärts von seinem wahren Ort e nach p und r hinaus zeigen. Allein von allem die-

*) In der Connoissance des temps 1794 stehen Seite 202. — 221 von de Lambre, Tafeln zur genauesten Berechnung der Aberration der Planeten in Länge und Breite für jede gegebene Zeit.

sen bemerkt man nichts bey den Fixsternen. Daher müssen sie entweder, wie die Alten wähnten, an einer kristallenen Himmelskugel befestigt seyn, (wer kann sich aber jetzt noch dergleichen vorstellen?), oder sie stehen so weit von uns, daß der Durchmesser der Erdbahn gegen ihre Weite eine äußerst geringe Größe ist.

§. 777. Huygen wählte einen besondern Weg, um einigermaßen zur Kenntniß der Entfernung der Fixsterne zu gelangen. Er verglich nemlich die scheinbare Größe und den Glanz des Sirius, der als der hellste unter allen Fixsternen gemeiniglich für den nächsten gehalten wird, mit der scheinbaren Größe und Lichtstärke der Sonne. Seine Methode ist sinnreich und verdient bemerkt zu werden. Er sahe durch eine 12 Fuß oder 144 Zoll = 1728 Linien lange Röhre O A Figur 136, welche vorn bey A nur eine kleine runde Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Linie im Durchschnitt = m n hatte, nach der Sonne, so ließ sich aus O der Winkel n O m übersehen, dessen Tangente nach optischen Gründen (weil er nur geringe seyn konnte) gleich ist $\frac{OA}{mn} = \frac{1728}{\frac{1}{12}} = \frac{1}{20736}$ vom Radius = 0,00004822, und sich in den Tafeln beynahe von 10 Secunden findet. Wird nun der Durchmesser der Sonne auf 31 Min. = 1860 Sec. gesetzt, so übersahe Huygen durch diese Oeffnung $\frac{10}{1860}$ = den 186sten Theil von der Sonne; allein er fand, daß dieser Theil noch viel heller war als der Sirius, und setzte deswegen vorn in die Oeffnung eine sehr kleine Glaskugel, deren Halbmesser = $\frac{1}{2}$ m n war. Hiedurch

mußte er von O aus nach dioptrischen Gründen, wenn $\frac{1}{2}$ mn = r; OA = h, und der Sonne scheinbarer Durchmesser = V gesetzt wird, von der Sonnenscheibe $3 \cdot r \cdot \frac{V}{2 \cdot h}$ und in Zahlen $3 \cdot \frac{1}{24} = \frac{1}{8} \cdot \frac{V}{3456} = \frac{V}{27648}$ demnach den 27648 Theil übersehen, wofür Huygen nach seiner Rechnung 27664 herausbrachte. Als er sich hierauf, um alles fremde Licht abzuhalten, verhüllte, schien ihm dieser $\frac{1}{27664}$ste Theil von der Sonne, dem Sirius zur Nachtszeit an Größe und Licht gleich zu kommen, und hieraus folgerte er, bey der Voraussetzung, daß Sirius so groß als die Sonne sey: dieser Stern müsse 27664mal weiter als die Sonne von der Erde entfernt seyn. Diese Weite des uns am nächsten seynsollenden Fixsterns setzt schon in Erstaunen; allein es läßt sich, den Beobachtungen zufolge, leicht beweisen, daß solche von Huygen noch viel zu geringe herausgebracht worden.

§. 778. Es sey in Fig. 135. S die Sonne, in E ein Fixstern in der Ebene der Erdbahn ABCD; wenn nun die Weite SE nur 27664mal SB oder SD wäre, so müßte der Fixstern E, von B und D aus betrachtet, noch eine, vom Halbmesser der Erdbahn entstehende Parallaxe, von 7 bis 8 Secunden haben, denn SB oder SD = 1 durch SE = 27664 getheilt, giebt 0,00003615 = die Tangente des Winkels der Parallaxe BES oder DES 7,5 Secunden. Allein eine so beträchtliche Parallaxe, die den Ort des Sterns, nach 6 Monaten um 15 Secunden verschieden, zeigen würde, haben die Astronomen auch bey den Sternen erster

Größe, die uns wahrscheinlich am nächsten stehen, keinesweges bemerken können. Was Tycho, Picard, Flamsteed, la Caille und andere über die periodischen Veränderungen der Oerter des Polarsterns, des Sirius ꝛc. bemerkten, und als eine jährliche Parallaxe dieser Sterne ansahen, ist theils der damals noch unbekannten Aberration des Lichts, theils dem zuzuschreiben, daß ihre Instrumente noch Fehler von 30 Secunden zurückließen, und also nicht im Stande waren, den parallaktischen Winkel von wenigen Secunden anzugeben. Auch fanden selbst diese Astronomen jene Erscheinungen nicht mit der Wirkung einer von dem Fortlauf der Erde in ihrer Bahn herrührenden jährlichen Parallaxe zustimmend. Es sey nach Fig. 134. ein Stern in e, und die Bahn der Erde KRHB, so muß der Stern, wenn er eine merkliche Parallaxe hat, eben so als bey der Aberration, inzwischen in einer Ellipse um seinen wahren Ort herumlaufen. Allein die Parallaxe wirkt in entgegengesetzter Richtung und verschiebt den Ort des Sterns um den Winkel von 90° an seinem Mittelpunct von der Aberration verschieden. Aus der Sonne betrachtet, wäre Se die zum wahren Ort des Sterns gehende Linie, und der Winkel eSG seine nördliche Breite. Von K aus aber ist diese Breite = eKG und in B = eBG; also um die Wirkung der Parallaxe verschieden; von R müßte sich der Stern um den Winkel ReS westlicher und von H um SeH östlicher zeigen als aus der Sonne. Hieraus ist zu schließen, daß die jährliche Parallaxe der Erdbahn den Stern e, so wie die Erde in den Puncten

K, R, B, H ihrer Bahn anlangt, nach r, b, h, k; die Aberration aber, wie oben schon bemerkt worden, nach k, r, b, h bringt *). Bradley, der hierauf besonders bey seinen, mit der äußersten Sorgfalt angestellten Beobachtungen über die Aberration Licht gab, versichert, daß die Parallaxe der beyden von ihm genau untersuchten Fixsterne γ am Kopf des Drachen und α der letzte am Schwanz des großen Bären (beyde zweyter Größe) nicht völlig 2 Secunden seyn könne. Der hier vorkommende parallaktische Winkel ist demnach so äußerst geringe, daß ihn unsere besten Werkzeuge schwerlich angeben können.

§. 779. Ferner wird bey den Untersuchungen der jährlichen Parallaxe der Fixsterne vorausgesetzt, daß man aufs genaueste alle übrigen scheinbaren oder wahren Fortrückungen der Sterne, die etwa statt finden, und Ortsverbesserungen veranlassen, kenne, denn die geringste Unrichtigkeit in der hiebey zum Grunde liegengen Theorie der Aberration, Nutation, Vorrückung der Nachtgleichen (Präcession) Refraction ꝛc. kann, wenn sie gleich in Absicht auf diese Theorie selbst in gar keine Betrachtung kömmt, dennoch verursachen, daß die ganze Parallaxe, weil sie so äußerst geringe ist, verschwindet. Sie erfordert also Beobachtungen, wobey sie sich ganz allein und ohne Beymischung von Aberration oder irgend einer Correction zeigt. Schon Tobias Mayer

*) Der perspectivischen Zeichnung wegen, liegt von K oder B aus betrachtet, h nordwärts, k westwärts, b ostwärts und r südwärts von *.

schlug deswegen vor, sich hiezu der Doppelsterne zu bedienen, und Herschel hat das Verdienst, diesen glücklichen Gedanken erneuert und diese sinnreiche Methode wieder in Anregung gebracht zu haben *). Er fand an den Doppelsternen vielleicht das einzige Mittel, zu der wichtigen Kenntniß von der geringen Parallaxe der Fixsterne zu gelangen. Denn zwey Sterne, die im Weltraum von unserm Sonnensystem aus gesehen, fast gerade hinter einander stehen, und daher nur wenige Secunden von einander entfernt sich zeigen, werden durch alle jene kleine Ortsverbesserungen ꝛc. auf einerley Art verrückt, so daß ihr scheinbarer Abstand dabey durchaus nicht verändert wird, sie mögen gleich weit oder sehr ungleich von uns entfernt seyn; im erstern Fall würde aber auch die Parallaxe beyde gemeinschaftlich gleich viel verschieben, und demnach der scheinbare Abstand unverändert bleiben, im zweyten und gewöhnlichsten aber, der nähere von der Parallaxe mehr wie der entferntere aus seiner Stelle gerückt werden und die beobachtete scheinbare Ortsveränderung wäre nur der Unterschied der Parallaxe oder die Partialparallaxe beyder Sterne. Besteht nun der Doppelstern aus einem großen und einem sehr kleinen vermuthlich also vielmal entlege-

*) S. dessen Abhandlung On the Parallax of the fixed stars, wovon eine Uebersetzung in den von mir herausgegebenen Schröterschen Beyträgen zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, Berlin, 8. 1788. steht; und Hr. Staatsrath von Schubert Abhandlung: Ueber die Parallaxe der Fixsterne im astronom. Jahrb. 1796. Seite 113—131.

entlegenern Stern, so kann man annehmen, daß der letztere gar keine Parallaxe hat, und die Parallaxe des erstern ergiebt sich geradehin aus dem veränderlich beobachteten Abstand. Dergleichen Doppelsterne wären also hiezu am brauchbarsten.

§. 780. Gesetzt nach Fig. 135 wäre in T ein Stern 1ster Größe und in E ein anderer noch einmal so weit entfernterer (also 2ter Größe) und beyde zeigten sich aus der Sonne S in einer Linie, so wäre beym Ort der Erde in B die größte Parallaxe von T = dem Winkel STB und bey E = SEB und die Differenz STB — SEB = TBE die beobachtete von der partialen Parallaxe bewirkte Ortsveränderung zwischen T und E. Nennt man nun P die wirkliche Parallaxe eines Sterns erster Größe; M die Größe des größten der beyden Sterne und m die Größe des kleinsten, endlich p die Partial-Parallaxe, so ist $p = \frac{m - M}{M.\, m} P$ und da die Beobachtung p giebt, so wird $P = \frac{p\, M.\, m}{m - M}$. Es habe z. B. ein Stern 1ster Größe einen der 8ten Größe (also 8mal entlegeneren vorausgesetzt) sehr nahe bey sich, und man beobachtete die Partial-Parallaxe beyder 2 Sec. so wird die Parallaxe $P = \frac{2.1.8}{8-1} = 2'',286$. Sind die Sterne von der 3ten und 10ten Größe, und die beobachtete Parallaxe $\frac{1}{2}$ Sec. so wird die ganze Parallaxe $P = \frac{\frac{1}{2}.3.10}{10-3} = 2'',052$. Stehen beyde Sterne nicht in der Ebene der Ecliptik und aus der Sonne gesehen nicht genau hinter einander, so sind diese Be-

rechnungen hiernach noch abzuändern. Die scheinbaren Größen der Sterne sind bloß als das schicklichste Mittel angenommen, um über ihre relativen wirklichen Entfernungen einiges muthmaßen zu können.

§. 781. Der scheinbare Abstand der beyden Sterne muß auch deswegen nur wenige Secunden seyn, damit die allergeringste scheinbare Verrückung beyder desto genauer beobachtet werden kann, und bey den sehr starken Vergrößerungen, die Herschels Teleskope bey den Fixsternen zulassen, müßte selbige nothwendig schon der Augenschein zeigen. Denn gesetzt, der scheinbare Abstand zweyer Sterne, die einen Doppelstern formiren, sey 5 Sec. und das Teleskop vergrößere 1000mal, so wird jener Abstand 5000 Secunden = 83 Min. 20 Sec. groß in demselben sich zeigen. Wenn nun die durch die jährliche Parallaxe nach 6 Monaten bewirkte Veränderung im scheinbaren Abstand nur 1 Secunde = dem 5ten Theil des Abstandes austrägt, so muß auch dem im Teleskop 1000mal vergrößert sich zeigende Abstand, in eben diesem Verhältniß sich verändern, also $\frac{83' \, 20''}{5}$ $= 16' \, 40''$. Diese tragen aber mehr als einen Mond- oder Sonnenhalbmesser aus, und müßten also nach jener Zeit beym ersten Blick ins Teleskop in die Augen fallen. Ist es aber nun nicht erstaunlich, daß Herschel, bis dahin, selbst bey noch stärkern Vergrößerungen und bey äußerst feinen oder nahe zusammen stehenden Doppelsternen dergleichen jährlich periodisch wiederkehrende Veränderungen in den Abständen ihrer Sterne nicht bemerken können, wenigstens ist von dem

fernern Erfolg seiner Beobachtungen der Doppelsterne in dieser Rücksicht, bis jetzt nichts bekannt geworden. Er giebt den in seinem Teleskop erscheinenden Abstand derselben gewöhnlich in Durchmessern der Sterne an *).

§. 782. In Erwartung also, daß vielleicht künftig Hr. Herschel oder andere Astronomen, die alle Hülfsmittel dazu in Händen haben, auf diesen der unermüdendsten und genauesten Untersuchung vollkommen würdigen Gegenstand fortgesetzte Aufmerksamkeit verwenden, müssen wir uns begnügen zu wissen, daß die jährliche Parallaxe der Fixsterne und vielleicht selbst die der ersten Größe, als die nächsten angenommen, nur eine oder zwey Secunden betragen könne. Wie geringe

*) S. dessen Verzeichniß von 269 doppelten und vielfachen Sternen im astronomischen Jahrbuch 1786 Seite 187—214; und aus einem zweyten von 434 die merkwürdigsten angezeigt im astron. Jahrbuch 1790. Seite 252. Er theilt die Doppelsterne in sechs Klassen. In der ersten setzt er diejenigen, welche ein vorzügliches Teleskop von ungewöhnlicher Vergrößerungskraft und Deutlichkeit, die größte Heiterkeit der Luft und fast jede andere günstige Umstände erfordern, um gesehen zu werden. In der zweyten solche, die sich für Schätzungen mit dem Auge oder sehr feinen mikrometrischen Messungen schicken. In der dritten solche, welche zwischen 5 und 15″ von einander entfernt sind und in der 4ten, 5ten und 6ten solche, deren Abstand zwischen 15 und 30″, zwischen 30″ und 1 Min. und von 1 bis 2 Min. oder auch mehr beträgt. Ganz neuerlich hat Herschel bey vielen dieser Doppelsterne eine gegenseitige veränderliche Winkelstellung bemerkt, woraus er folgert, daß solche in gleicher Entfernung von uns wirklich nahe beysammen stehen, auf einander eine Beziehung oder wechselseitige Anziehung äußern, und sich um ihren gemeinsamen, zwischen ihnen liegenden Schwerpunkt bewegen. S. astron. Jahrbuch 1808. Seite 154—178.

muß daher solche nicht bey den Sternen der niedrigern Ordnungen werden, und wie wenig läßt sich folglich über die wahre Entfernung dieser Himmelskörper zuverläßiges herausbringen. Um doch aber hierüber eine Berechnung anzustellen, nehme man an, die Parallaxe eines Sterns sey wirklich für einen gewissen Stand der Erde, z. B. in B genau eine Secunde, so kann nach Fig. 134 und 135 dessen Entfernung von der Sonne oder Erde *) berechnet werden. Z. B. in Fig. 135 hätte dann in dem rechtwinklichten Dreyeck BSE der Winkel SEB eine Secunde; und daher EBS 89° 59′ 59″; die Seite SE als der Abstand des Sterns von der Sonne ist eine Tangente des letztern Winkels, weil BS die Entfernung der Erde von der Sonne (eine Erdweite), den Radius vorstellt. Nun aber übertrifft, nach den trigonometrischen Tafeln die Tangente von 89° 59′ 59″ 206264 mal den Radius, demnach ist SE um so vielmal größer als SB; folglich wären die Fixsterne bey einer Parallaxe von 1 Sec. 206264 Erdweiten oder so vielmal weiter von der Sonne als die Erde, deren mittlere Entfernung von der Sonne fast 21 Millionen Meilen (§. 562.) austrägt, oder ihre uns ganz unbegreifliche Entfernung ginge über 4 Billionen **) Meilen. Und doch haben höchstwahrscheinlich die mehresten Fixsterne eine noch gerin-

---

*) Welche hiebey fast einerley ist.

**) Eine Billion ist bekanntlich 1000mal 1000 Millionen.

gere Parallaxe, also vielmal größere Entfernung von unserm Sonnensystem *).

§. 783. Aus dieser nicht blos nach willkührlichen Voraussetzungen, sondern nach sichern Gründen erhaltenen **Vorstellung** von den ungeheuern Entfernungen der Fixsterne läßt sich erklären, warum uns auch die von der ersten Größe mit sehr guten Fernröhren, welche die Planeten schon ansehnlich vergrößert darstellen, betrachtet, gleichwol nur als bloße lichte Puncte erscheinen, auch nach verschiedentlich darüber angestellten Beobachtungen **keine Secunde** im scheinbaren Durchmesser haben (§. 373.). Denn wenn man sich unsere Sonne, die etwa 32 Min. = 1920 Sec. groß erscheint, um 1920mal weiter entfernt vorstellt, so hat sie bereits nur noch 1 Secunde im scheinbaren Durchmesser; setzt man solche in Gedanken an den Ort eines Fixsterns, und also nach der vorigen Berechnung 206264mal weiter weg, so müßte ihre große Kugel nur $\frac{1920''}{206264} = 0{,}0093$ also noch nicht den 100sten Theil einer Secunde am Firmament einnehmen, und bliebe

*) Unterdessen hat **Piazzi** zu Palermo seit kurzem, die vornehmsten Sterne zu verschiedenen Jahreszeiten sehr genau beobachtet und eine von der Bewegung der Erde bewirkte jährliche Parallaxe derselben bemerkt. Er fand nach 3 Monaten für Aldebaran 1″, 5 für Procyon 3″, für Sirius 4″. Sollten sich diese Beobachtungen, künftig fortgesetzt, völlig bestätigen, so stehen freilich diese Fixsterne in dem Verhältniß näher, als diese beobachteten Parallaxen eine Secunde, wofür in diesem §. ihr Abstand berechnet worden, allein dennoch bliebe ihre Weite erstaunenswürdig.

vielleicht mit unseren besten Fernröhren kaum noch sichtbar. Herr Herschel sieht indessen bey den tausendmaligen Vergrößerungen seiner 20- und 40füßigen Spiegel-Teleskope *) die größern Fixsterne als kleine Scheiben, und so hat er z. B. mit einem von ihm erfundenen Lampenmikrometer und mit einer 6450maligen Vergrößerung des Teleskops den Durchmesser des Sterns erster Größe in der Leyer (Wega) 0″, 355 oder etwas über ⅓ Sec. groß gefunden. Hierdurch gelangen wir zugleich zu einer richtigen Ueberzeugung, daß die wahre Größe dieser Himmelskörper sehr ansehnlich seyn muß, ob wir gleich, da sowol ihre genaue Parallaxe, als scheinbarer Durchmesser, unbekannt bleiben, nicht im Stande sind, hierüber etwas genaues und zuverläßiges zu bestimmen. Es läßt sich unterdessen nach §. 566. beweisen, daß wenn sowol

---

*) Dieser berühmte Beobachter hat bisher ganz unerhörte Vergrößerungen in seinen Teleskopen bey den Fixsternen angebracht; dies ist bey diesen, wegen ihrer großen Spiegel, lichtvollen Instrumenten möglich; allein die Deutlichkeit geht doch dabey völlig verloren, und auf den Mond und Planeten sind tausendmalige Vergrößerungen nicht anwendbar. Ueberhaupt ist wol der Wunsch gerecht, daß doch unsere Fernröhre und Teleskope einen noch höhern Grad der Vollkommenheit und Vergrößerungskraft erreichen möchten, und die Theorie läßt die Erfüllung desselben hoffen; allein da es unveränderliche Gesetze bleiben, daß die Geschwindigkeit der scheinbaren Fortrückung der Himmelskörper gerade in dem Verhältniß der Vergrößerung zunimmt; die Stärke des Lichts aber so wie die Größe des Feldes in dem Fernrohre abnimmt, so legen diese unsern Erwartungen, mit bewaffneten Augen, tiefer in die natürliche Beschaffenheit jener großen Weltkörper eindringen zu können, unübersteigliche Hindernisse in den Weg.

die jährliche Parallaxe, als der scheinbare Durchmesser eines Fixsterns eine Secunde wäre, derselbe einen dem Halbmesser der Erdbahn gleichenden, oder 21 Millionen Meilen großen Durchmesser haben müsse. Denn, wird nach Fig. 134. der Stern E aus K betrachtet, unter dem Winkel EKT gesehen *) und ist dessen jährliche Parallaxe SEK so ist sein Durchmesser = ET = SK. Da dies aber nicht glaublich ist, so wird ohne Zweifel die Parallaxe der Fixsterne, so geringe dieselbe auch immer seyn mag, den scheinbaren Durchmesser derselben übertreffen. Auch läßt sich nach der 134- oder 135sten Fig. leicht einsehen, daß die in K oder B, B oder D, an einem Fixstern beobachtete Parallaxe, dem scheinbaren Halbmesser der Erdbahn aus diesem Fixstern gesehen gleich sey.

§. 784. Mit dem allen kann man sich die Fixsterne als Weltkugeln denken, wovon die mehresten unserer Sonne an Größe nichts nachgeben, wo nicht gar vielmal übertreffen, und dies letztere ist schon bey einem allgemeinen Ueberschlage sehr leicht erweislich. Denn setzen wir z. B. den hellen Fixstern Wega in der Leyer unserer Sonne an Größe gleich, und nehmen Herrn Herschels Bestimmung seiner scheinbaren Größe $= \frac{1}{3}$ Sec. an, so müßte er sich schon in einer $\frac{1920}{\frac{1}{3}''}$ $= 5760$mal größern Entfernung als die Sonne, nur $\frac{1}{3}$ Sec. groß zeigen; allein bey dieser Weite würde seine Parallaxe noch 37 Secunden seyn; aber an eine solche

*) Denn die Parallellinien KT und SE führen, bis auf den äußerst geringen Unterschied der Parallaxe, zu dem nemlichen Fixstern (§. 402.)

ansehnliche Parallaxe ist keineswegs zu gedenken. Nehme ich indessen, um doch etwas festzusetzen, seine Parallaxe zu 2 Secunden an, so wird seine Entfernung schon um $18\frac{1}{2}$mal größer als 5760 = 106560 Erdweiten, sein wahrer Durchmesser überträfe dann den Durchmesser unserer Sonne gleichfalls $18\frac{1}{2}$mal, und er wäre hiernach über 6000mal größer als die Sonne. Bey dieser allgemeinen Berechnung ist alles nur mäßig angeschlagen, sie ist aber vollkommen hinreichend, sich richtige Begriffe von der bewundernswürdigen Größe dieser Weltkörper zu verschaffen. Nimmt man noch hinzu, daß die Fixsterne bey ihren äußerst geringen scheinbaren Durchmessern, uns aus ihrer ungeheuern Ferne, gegen welche der Abstand des Uranus etwas sehr unbeträchtliches ist, gleichwol noch ein so äußerst lebhaftes Licht zuwerfen, welches sich von dem geborgten Sonnenlicht, womit die Planeten leuchten, sehr deutlich unterscheidet; so ist völlig bewiesen, daß die Fixsterne ihren Glanz so wenig von unserer Sonne, als von irgend andern Himmelskörpern entlehnen, sondern daß sie mit ihrem eignen Lichte funkeln, das heißt: daß sie unserer Sonne ganz ähnliche oder selbstleuchtende Körper seyn müssen.

§. 785. Und so erblickt demnach der Erdbewohner mit einem frohen Erstaunen in allen Fixsternen Sonnen. Mit dieser Vorstellung vergleiche man ihre zahllose Menge. Schon das bloße Auge bemerkt bald, in einer heitern Nacht, daß die wenigen 1000 Sterne, welche die Astronomen bis jetzt in Verzeichnisse und gruppenweise in Bilder gebracht, bey weitem nicht das

ganze Heer derselben ausmachen *). Allein wie vielmehr zeigen dies die Fernröhre. Huygen zählte bereits im Siebengestirn 40, in dem Sternhaufen des Krebses, die Krippe 36, und um den Gürtel und das Schwerdt Orions über 2000 Sterne; durch seine, in Vergleichung gegen achromatische Fernröhre und Herschelsche Teleskope äußerst unvollkommene Sehröhre, wovon das unbewaffnete Auge nur wenige entdeckt, und dergleichen Beobachtungen sind schon durch sehr mittelmäßige Fernröhre, besonders durch die so genannten Sternaufsucher in allen Gegenden des Himmels anzustellen. Viele neblichte Stellen, die sich überall am heitern Firmament zeigen, erscheinen durch Aufsucher oder stärker vergrößernde Fernröhre als zahlreiche Sammlungen kleiner nahe zusammenstehender Sterne. Wer zählt endlich die Tausende der Sonnen, welche jenen prachtvollen Sternengürtel, den das Alterthum den unwürdigen Namen Milchstraße beygelegt, anfüllen, und dem erstaunten Blick des Beobachters durch gute Fernröhre sich darstellen? Man kann selbst ihren Lichtschimmer von dem vereinigten Glanz dieser zahllosen Sternenmenge herleiten, indem Hr. Herschel versichert, daß sein lichtvolles 20füßiges Teleskop den gesammten weißlichen Schein der Milchstraße völlig in

*) Die neuern Astronomen sind von Zeit zu Zeit beschäftigt, noch mehrere Sterne, nach ihrer Stellung am Himmel oder nach gerader Aufsteigung und Abweichung zu bestimmen (§. 133.). In meiner Uranographie habe ich 17240 Sterne, Nebelflecken und Sternhaufen, nach den bisherigen Beobachtungen verschiedener Astronomen zusammen gebracht.

lauter kleine Sterne auflößt, daß die Zahl der Sterne, die er oftmals z. B. in der Gegend der Hand und Keule des Orions, in einem Streifen 15 Grad lang und 2 Grad breit, durch das Feld seines Teleskops gehen sahe und noch deutlich erkennen konnte, nicht geringer als 50000 sey; ja daß im Jahr 1792 den 22sten August während 41 Minuten, nach seiner Schätzung, nicht weniger als 258000 Sterne in der Milchstraße das Feld seines Teleskops durchwanderten *).

§. 786. Ueberdenken wir diese erstaunlichen Entfernungen jener unzählbaren Sonnenheere, so entsteht eine über alle Begriffe des menschlichen Verstandes gehende Vorstellung von der Ausdehnung der Schöpfung. In der That, welcher Maaßstab giebt solche in uns noch faßlichen Zahlen an? Eine **Erdweite** (der Abstand der Sonne von der Erde) ist sonst gewöhnlich die Meßruthe des Astronomen, mit welcher er die Räume des Himmels ausmißt; allein er muß solche nach obigem Beyspiel wenigstens 206000mal umschlagen, um nur die unserer Sonne am nächsten stehenden Fixsterne, welches wahrscheinlich die Sterne erster

---

*) Ein Streifen der Himmelskugel 15° lang und 2° breit = 30 Quadratgrade ist der 1375,1 Theil ihrer Oberfläche, die 41252 Quadratgrade faßt, und hiernach haben schon 68 Millionen und 755000 Sterne an der ganzen Himmelskugel Platz. In manchen Gegenden des Firmaments mögen aber die Sterne noch näher beysammen stehen. Setzen wir in jeder Quadrat-Minute einen Stern, welches besonders für die Gegenden der Milchstraße gewiß nicht zu viel angenommen ist, so steigt ihre Anzahl an der ganzen Himmelsfläche auf 148 Millionen und 506500. Wie viele stehen aber wol nicht in langen Reihen hinter einander?

Größe sind, zu erreichen. Man unterscheidet aber bereits mit unbewaffneten Augen Sterne bis zur siebenden Größe, und diese sind, allem Vermuthen nach, noch vielmal weiter entlegen *). Diejenigen Fixsterne, welche man durch sehr gute achromatische Fernröhre oder durch Teleskope noch mühsam in der Milchstraße, den Sterngruppen und Nebelflecken entdeckt, mögen, hiernach zu rechnen, von der 100sten Größe in absteigender Ordnung, und gleichwol noch lange nicht die letzten Sonnen des Weltalls seyn. Wie vielmal entfernter als die von der ersten Größe, kann man sich nicht diese so äußerst schwach erscheinenden Fixsterne vorstellen? Für solche Weiten wird obiger Maaßstab wieder zu klein. Der Astronom nimmt deswegen zu einem noch größern seine Zuflucht, und dieser ist die schnelle Fortpflanzung des Lichts. Den Abstand von der Sonne bis zu uns durchstreifen die Lichtstralen in 8 Min. 7 Sec. (§. 465.) und bey dieser erstaunlichen Schnelligkeit müßten sie von den wenigstens 206000mal weiter entlegenen Fixsternen erster Größe (§. 780.) bis zur Erde gleichwol drey Jahre gebrauchen. Daher können manche Jahrhunderte hingehen, ehe es von den Sternen der geringsten Größe oder der Milchstraße und den Nebelflecken bey uns anlangt.

*) Die eigene ungleiche Größe und Lichtstärke jener entlegenen Sonnenkugeln kann unterdessen hiebey manche Ausnahmen machen, und vielleicht sind viele Sterne zweyter oder dritter Größe näher bey uns, als der eine oder andere von der ersten Größe.

§. 787. Und was konnte wol der Endzweck des Allerweisesten seyn, als seine Macht in den unermeßlichen Gefilden des Weltraums Myriaden Sonnen ins Daseyn rief? Vielleicht, damit solche die Nächte des Erdbewohners erleuchten, oder als so viele glänzende Puncte der nächtlichen Bühne des Himmels zur Zierde dienen möchten? Keinesweges! Denn wie helle es die Sternensaat des Firmaments macht, weiß ein jeder, und daß sich nur sehr wenige Menschen um den gestirnten Himmel bekümmern, ist gleichfalls bekannt. Hiebey wären demnach im großen Weltgebäude die von der Allmacht gebrauchten Mittel den Absichten nicht angemessen, wovon wir doch überall auf der Erde, mit Bewunderung, das Gegentheil bemerken. — Unsere große Sonne liegt im Mittelpunct ihres Systems, und verbreitet über neun und zwanzig Haupt- und Nebenplaneten, und einer ungleich größern Menge Kometenkugeln Bewegungskräfte, Licht, Wärme und wohlthätige Einflüsse. Jene große Kugeln des Himmels, die Fixsterne, sind gleichfalls Sonnen und ähnlicher Verrichtungen fähig. — Sollte ihnen die Allmacht dieses Vermögen umsonst ertheilt haben? Dann ist, wie oben gezeigt worden, zwischen unserer Sonne und den nächsten Fixsternen ein wenigstens 10000mal größerer Raum vorhanden als zwischen der Sonne und dem Uranus, und wir können sicher zwischen zweyen, am Firmament oft nahe beysammen stehenden Fixsternen uns ähnliche Räume gedenken. Warum ließ aber der Schöpfer des Weltalls jenen großen Raum um unser Sonnensystem? Damit nicht die dazu gehörigen Pla-

neten und Kometen, durch eine Einwirkung der Anziehung der nächsten Sonne in ihrem Laufe gestört werden möchten. Sollte also derselbe nicht auch jene unermeßlichen Räume um die Fixsterne zu ähnlichen Absichten bestimmt haben? und wer kann glauben, daß die wohlthätigen Einflüsse, welche diese Sonnen allenthalben um sich ausstreuen, ungenützt bleiben. Ein jeder Fixstern liegt daher höchstwahrscheinlich im Mittelpunct verschiedener Bahnen der um ihn laufenden Planeten oder dunkeln Weltkörper, und es giebt vielleicht so viele Sonnensysteme als Fixsterne da sind *). — Welche erhabene Gegenstände der Werke Gottes im Großen stellen nicht hiernach jene funkelnden Lichtpuncte den erstaunten Blicken des Menschen dar, und wie unbedeutend muß derselbe nicht seinen Erdplaneten finden, wenn er ihn mit ihrer gewaltigen Menge und Größe in Vergleichung setzt.

§. 788. Gleichwol hat der Allgütige unsern Erd-

*) Man wundere sich nicht, warum auch die vollkommensten Fernröhre uns nicht die um die Fixsterne laufenden Planeten zeigen, da uns dadurch jene, mit einem eigenthümlichen Lichte glänzenden Sonnen selbst nur als untheilbare Puncte erscheinen. Die Fixsternentrabanten, die der Astronom Mayer zu Manheim ehedem beobachtet haben wollte, waren daher blos teleskopische Sterne zunächst bey irgend einem hellen Fixstern. Sollten unterdessen zum Theil selbst leuchtende Körper um einige Fixsternen laufen, so bliebe ihre Entdeckung durch unsere vollkommensten Teleskope und Fernröhre vielleicht möglich, worüber auch bereits Hr. Herschel einige Beobachtungen beygebracht hat. S. auch des Hrn. Staatsrath von Fuß, gründliche Betrachtungen über die Fixstern-Trabanten im astronomischen Jahrbuch 1785, Seite 132 — 150.

ball, diesen Tropfen in dem unermeßlichen Ocean der Welten, so reichlich mit lebendigen Geschöpfen und vernünftigen Bewohnern besetzt, und auch jene Kugeln, die mit uns nachbarlich im Reiche der Sonne daher rollen, sind nach obigen Betrachtungen (am Schlusse des neunten Abschnitts) der höchsten Wahrscheinlichkeit nach nicht unbewohnt. Wie! sollte sich aber nur die Bevölkerung auf unserm kleinen Erdball und auf unser Sonnensystem einschränken, und das ganze unzählbare Heer von Sonnen, Planeten, Monden ꝛc. in den übrigen grenzenlosen Gefilden der Schöpfung wüste und leer von Geschöpfen seyn? Sollten nicht organisirte, lebendige und Verstands-Wesen von den großen Veranstaltungen aller Sonnensysteme Vortheile ziehen? Was hat der Erdbewohner auch nur für einen Scheingrund, das Daseyn derselben zu bezweifeln? — Es kann demnach wol nicht anders seyn, die ewige Urquelle alles Lebens und Glücks wird sich, Zweifels ohne, in allen Gegenden ihrer großen Schöpfung, durch Leben, Fürsorge und Wohlthun an vernünftigen Geschöpfen verherrlichen, und diese werden bey allen unzählig mannigfaltigen Abänderungen von Gestalten, Geistes- und körperlichen Fähigkeiten ihr Daseyn froh empfinden, und mit uns dankbar die Güte des allgemeinen Welt-Urhebers preisen.

§. 789. Es scheint, als wenn der menschliche Verstand bey Bestimmung der Gesetze, nach welchen der Allmächtige jenes zahllose Sonnenheer mit seinen Planetenbegleitungen durch die unbegrenzten Räume der Welt ausgestreuet, und warum die Sterne in der Milch-

straße und den Sterngruppen so sehr auf einander gehäuft sind, daß die übrigen Gegenden des Sterngefildes dagegen öde zu seyn scheinen, seine völligen Grenzen fühle. Allein, eine gewisse Erscheinung am Himmel, nemlich die höchstmerkwürdige Beschaffenheit, Lage und Gestalt der Milchstraße, giebt dessen Schwäche einen Leitfaden zu einigen wahrscheinlichen Schlüssen. Dieser prachtvoll gestirnte Gürtel umgiebt 1) fast in der Richtung eines größten Kreises, und 2) im ununterbrochenen Zusammenhange die ganze Himmelskugel, welches beydes man schwerlich einem bloßen ungefähren Zufall zuschreiben kann, und es ist daher wirklich sonderbar, daß die Astronomen nicht schon längstens veranlaßt worden, hieraus Folgerungen über die Austheilung der Fixsterne zu ziehen. Woher stehen die Sterne der Milchstraße so sehr gedrängt, warum liegen sie in einer Zone, die von beyden Polen in entgegengesetzter Richtung fast gleich weit entfernt bleibt, und folglich mitten über den Himmel sich hinzieht? (welches letztere sich aus der 135sten Figur abnehmen läßt, die in zwey Scheiben A und B, jene die nördliche und diese die südliche Halbkugel des Himmels vorstellt, und die Lage und Gestalt der Milchstraße abbildet).

§. 790. Hierauf läßt sich folgendes antworten: Die Sterne der Milchstraße sind höchstwahrscheinlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beysammen, wie es scheint, sondern sie stehen daselbst in den unergründlichen Tiefen des Weltraums in langen Reihen hintereinander, und erscheinen uns folglich deswegen mehr angehäuft als in andern Gegenden, wo

wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach sehen, ohngefähr eben so, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in Alleen hintereinander sehen, enger beysammen als die zur Seite neben uns stehenden, sich zeigen. Die sämmtlichen Fixsternensysteme müßten hiernach, wie Fig. 138. beyläufig abbildet, nicht sphärisch, sondern in einer um C sehr abgeplatteten linsenförmigen Figur aufgestellt seyn, so daß EABD der Umfang ihrer größten Ebene wäre, und machen zusammen die Milchstraße aus, in welcher unsere Sonne in der Gegend von C unter Millionen anderer Sonnen schwebt, und in großen Entfernungen wie sie als ein Stern glänzt. Hieraus folgt, daß uns alle Sterne, die wir nach EABD hinaussehen, viel gedrängter zu stehen scheinen müssen, als diejenigen, die wir um uns herum an der einen oder andern Seite von C erblicken. Erstere werden alsdann unsre eigentliche sogenannte Milchstraße formiren, hingegen letztere uns in allen übrigen Gegenden des Firmaments zerstreut erscheinen.

§. 791. Unsere Sonnenwelt liegt vermuthlich nicht im größten Durchschnitt der gesammten Fixsternensysteme, sondern dem Anschein nach etwas seitwärts außerhalb derselben, weil die Milchstraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreises der Sphäre erscheint, sondern vom Nordpol bey n, da, wo die Cassiopeja in derselben steht, einen Abstand von etwa 30°; vom Südpol bey d aber, da, wo der südliche Triangel vorgestellt wird, einen Abstand von kaum 20° behält. Ferner müssen wir außerhalb dem Mittelpunct C Figur

gur 138. liegen, weil die Milchstraße bey S Fig. 137, da, wo ihre Sternbilder Schwan, Fuchs, Adler, Schlangenträger ꝛc. stehen, viel breiter, und die Sterne in derselben zerstreuter erscheinen als gegenüber bey R, wo der Orion, große Hund, Schiff ꝛc. sich zeigen. Hätte unser Sonnensystem bey m Fig. 138. seinen Stand, so würde der erstere Theil der Milchstraße nach der Gegend E und der letztere nach B hinaus anzutreffen seyn. — Zufolge dieser Vorstellung, daß das ganze Fixsternenheer eine einzige Milchstraße formirt, beziehen sich nun auf eine ähnliche Art alle einzelnen Systeme auf dieselbe, wie unsere Planeten auf den Thierkreis. Diese Erklärung ist sehr ungezwungen, und daher vermuthlich richtig, weil sie, in so weit der Mensch im Stande ist, über dergleichen erhabene Gegenstände nachzudenken, aus dem scheinbaren Anblick des Firmaments hergeleitet worden, und auch zugleich Harmonie und Ordnung im Ganzen, zur Verherrlichung des Welturhebers herausbringt. Kant in seiner allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Königsb. 1755, und deren neue Auflage von 1798; Lambert, in seinen kosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues, Augsburg 1761; und Herschel in seinen Abhandlungen über den Bau der Himmel *), haben diese Materie mit allen der Gottheit würdigen Vorstellungen weiter ausgeführt.

---

*) S. Philosoph. Transact. Vol. LXXIV. LXXV. Diese Abhandlung erschien in einer Uebersetzung im Jahr 1791 zu Königsberg; ein Auszug davon steht in meinem astronomi-

§. 792. Man hat ehedem die Fixsterne für völlig unbeweglich gehalten, allein die neuern Astronomen haben, aus Vergleichung mit ältern Beobachtungen, gefunden, daß außer den im vorigen bemerkten scheinbaren Bewegungen, die allen gemein sind, (§. 216 u. f. §. 767.) verschiedene Sterne noch eine eigene, wiewol äußerst langsame Veränderung ihres Orts zeigen. Halley bemerkte, daß Aldebaran und Arcturus ihre Breite seit Ptolemeus Zeiten in einer der Abnahme der Schiefe der Ecliptik entgegengesetzten Richtung verändert haben, und daß dieses beym Arctur am merklichsten sey. Aus Cassini, Richer, le Monnier und Bradley's Beobachtungen folgerte man, daß Arctur in 66 Jahren um 2′ 30″ nach Süden fortrücke; beym Sirius ginge diese Ortsveränderung gleichfalls nach Süden, trüge aber seit Tychos Zeiten erst 2 Min. aus; die Fortrückung des Aldebarans hätte Ungleichheiten, und ließe sich noch nicht bestimmen. Cassini fand auch, daß Rigel, Beteigeuze, Regulus, Capella und Atair eine eigne Bewegung in der Breite, und letzterer auch in der Länge haben. Mayer hat uns ein Verzeichniß von einigen 70 Ster-

---

schen Jahrbuch für 1788 vom Hrn. v. Zach, und im Jahrbuch für 1794 liefert Hr. Prof. Fischer einen Aufsatz: Ueber die Anordnung des Weltgebäudes, ein freyer Auszug aus Hrn. Herschels Schriften über diese Materie, mit eigenen sehr lesenswerthen Anmerkungen. Im astronomischen Jahrbuch 1807 steht Seite 113 bis 129 noch eine neuere Abhandlung von Hrn. Herschel: Bemerkungen über den Bau des Himmels, die die Erklärung über die Nebelflecke, Doppelsterne und Sternensysteme enthält.

nen hinterlassen, welches Unterschiede in der auf eine gleiche Zeit reducirten Abweichung und geraden Aufsteigung zwischen seinen und de la Caille oder Römers Beobachtungen zeigt, die auf eine eigene Bewegung derselben schließen lassen. Maskelyne, de Lambre, Piazzi und andere, haben hierüber gleichfalls Untersuchungen angestellt. Folgende Tafel zeigt z. B. die mittlern geraden Aufsteigungen und Abweichungen von 42 der vornehmsten Fixsterne und deren jährl. Veränderung (§. 223.) für den Anfang des Jahres 1805 nebst ihrer eigenen jährlichen Bewegung, nach Piazzi's neuesten Angaben, aus sehr oft wiederholten Beobachtungen berechnet *).

---

*) Die mit * bemerkten sind vom Hrn. D. Maskelyne.

	Gr.	Mittlere gerade Aufsteig. G.	M.	S.	Veränderung Sec.	Bewegung Sec.	Mittlere Abweichung G.	M.	S.	Veränderung Sec.	Bewegung Sec.
Algenib	2.3	0	48	6,3	46,11	−0,03	14	5	56,6 N.	+20,06	−0,09
β Wallf.	2.3	8	26	57,4	45,02	+0,20	19	3	31,5 S.	−19,85	+0,06
α Widder	2.3	29	3	5,5	50,08	+0,20	22	32	3,2 N.	+17,54	−0,20
α Wallf.	2.3	43	1	28,1	46,83	−0,08	3	19	1,7 N.	+14,67	−0,15
α Perseus	2.3	47	36	56,8	63,18	−0,22	49	9	21,7 N.	+13,52	+0,02
Aldebaran	1	66	11	7,4	51,34	+0,04	16	6	21,3 N.	+8,10	−0,20
Capella	1	75	34	31,7	66,01	+0,12	45	47	0,6 N.	+5,00	−0,45
Rigel	1	76	17	33,0	43,15	−0,03*	8	26	12,6 S.	−4,75	−0,04
β Stier	2	78	29	35,2	56,68	−0,01	28	25	44,4 N.	+4,00	−0,20
γ Orion	2	78	40	8,1	48,16	−0,10	6	9	41,2 N.	+3,94	−0,02
ε Orion	2.3	81	34	48,7	45,58	−0,14	1	20	15,0 S.	−2,94	−0,06
α Orion	1	86	9	15,4	48,63	+0,05*	7	21	31,9 N.	+1,35	−0,04
Sirius	1	99	8	17,6	40,19	−0,54	16	27	27,9 S.	+3,19	−1,10
2. Castor	3	110	32	1,8	57,92	−0,17	32	18	9,6 N.	−7,04	−0,10
Procyon	1	112	16	17,7	47,90	−0,70	5	42	55,8 N.	−7,60	−0,98
Pollux	2	113	20	26,3	56,04	−0,70	28	29	6,6 N.	−7,95	−0,11
Alphard	2	139	30	0,8	44,25	−0,15	7	49	11,2 S.	+15,26	−0,05
Regulus	1	149	29	34,1	48,38	−0,27	12	54	55,4 N.	−17,28	+0,08
β Löwe	3	174	46	32,1	46,55	−0,54	15	39	44,4 N.	−19,98	−0,08
β Jungfrau	3	175	8	2,3	46,12	+0,78	2	51	48,9 N.	−19,99	−0,25
Spica	1	198	44	2,3	47,19	+0,02	10	8	19,3 S.	+19,00	−0,03
η gr. Bär	3	204	57	30,2	35,85	−0,48	50	17	27,8 N.	−18,19	0
Arctur	1	211	41	31,6	42,16	−1,17	20	12	13,2 N.	−17,07	−1,96
Gemma	2.3	231	36	27,5	37,90	+0,05	27	22	44,8 N.	−12,46	−0,12
α Schlange	2.3	233	40	2,7	44,04	+0,03	7	2	54,1 N.	−11,89	−0,01
β Scorpion	2	238	31	47,0	52,02	−0,01	19	15	34,9 S.	+10,47	−0,04
Antares	1	244	22	6,7	54,86	+0,05	25	59	10,0 S.	+8,68	−0,07
α Herkules	3	256	26	22,0	40,95	0,00	14	37	24,0 N.	−4,70	+0,05
α Ophiuch.	2	261	28	16,9	41,56	+0,10	12	42	46,9 N.	−2,98	−0,22
γ Drache	2	268	1	8,4	20,82	−0,38	51	31	1,8 N.	−0,69	−0,08
Wega	1	277	35	0,3	30,16	+0,28	38	36	35,0 N.	+2,65	+0,25
γ Adler	3	294	14	48,5	42,76	+0,06	10	8	52,9 N.	+8,24	+0,02
Atair	1.2	295	19	0,0	43,37	+0,51	8	21	50,3 N.	+8,53	+0,38
β Adler	3.4	296	25	58,5	44,17	−0,02	5	55	47,2 N.	+8,93	−0,53
2. α Steinbock	3	301	48	23,0	50,01	+0,06	13	8	18,0 S.	−10,58	+0,12
Deneb.	1.2.	308	41	45,6	30,60	+0,06	44	35	21,8 N.	+12,54	−0,10
α Cepheus	3	318	28	36,6	21,33	+0,27	61	45	43,2 N.	+15,00	−0,07
α Wasserm.	3	328	56	27,1	46,27	−0,12	1	15	40,4 S.	−17,19	−0,05
Fomahand	1	341	42	42,6	49,77	+0,33	30	39	7,8 S.	−19,05	−0,27
Scheat	2	343	35	2,4	43,15	+0,22	27	1	44,3 N.	+19,25	+0,13
Markab	2	343	45	48,7	44,62	+0,02	14	9	33,0 N.	+19,26	−0,08
α Andromed.	2	359	34	57,1	45,96	+0,12	28	0	47,6 N.	+10,06	−0,26

Hr. D. Herschel und Hr. Prof. Prevost haben aus der Richtung, nach welcher diese Ortsveränderungen der Sterne bemerkt worden, da sie nemlich der geraden Aufsteigung oder Länge nach größtentheils, in der einen Halbkugel des Himmels in rückwärts; (d. i. von Osten gegen Westen) in der gegenüber liegenden aber in vorwärts (d. i. von Westen gegen Osten) gehender Bewegung sich zeigen, zu beweisen gesucht, daß solche von einer eigenen Bewegung unsers Sonnensystems im Weltraum, die vom Eridanus zur Krone oder zum Herkules ginge, herrühren *); Hr. Prof. Wurm hat aber sehr gründlich gezeigt, daß sich hierüber aus allen bisherigen Beobachtungen noch wenig zuverläßiges bestimmen lasse **).

§. 793. So unvollkommen aber auch bis jetzt diese Wahrnehmungen, selbst bey den Sternen erster Größe, sind, und so weit wir noch immer von der genauen Kenntniß, wohin und wie viel nach Jahrtausenden ganze Sonnensysteme verrücken, entfernt seyn mögen, so bestätigen dieselben doch schon genugsam, was wir auch ohne Beobachtungen voraussetzen konnten, daß keine Kugel des Himmels sich in einer absoluten Ruhe befinden werde, da die Bewegung zur Erhaltung aller Sonnensysteme und ihrer Verbindung gegen

*) S. astronomisches Jahrbuch für 1786, Seite 259 und 260, und für 1787 Seite 224—233.

**) S. dessen Abhandlung: Ueber den Grad der Zuverläßigkeit unserer Kenntniß von einer eigenen Bewegung unsers Sonnensystems, im astronomischen Jahrbuch 1795, Seite 175 — 183.

einander, nothwendig zu seyn scheint, und dann auch, um nach dem Plan der Schöpfung Mannigfaltigkeiten und Abwechselungen im Weltall hervorzubringen. Als höchst wahrscheinlich läßt sich diesem zufolge analogisch schließen: daß die Schwere oder ein derselben ähnliches Gesetz durch alle Räume des Weltgebäudes ausgebreitet ist; daß nach demselben die zunächst benachbarten Sonnensysteme gegen einander eine wechselseitige Anziehungskraft äußern, und endlich alle gemeinschaftlich, vielleicht gegen einen im Mittelpunct des gesammten Milchstraßensystems liegenden Körper eine Beziehung haben, und sich in Kreisen herum schwingen, wobey die Perioden ihrer Umläufe Millionen Jahre dauern mögen. Dieser Centralkörper muß eine seiner weiten Herrschaft angemessene Größe haben, und wenn er mit einem eigenthümlichen Lichte glänzet, sich überall in seinem Gebiet vor andern Sonnen auszeichnen. Da sich nun aus dem sinnlichen Anblick der Milchstraße nach §. 789. und Fig. 138. folgern läßt, daß unser Sonnensystem in Ansehung der Gegend beym Orion, diesseits des Mittelpuncts derselben sich befindet, und gerade Sirius, der größte oder hellste unter allen Fixsternen daselbst nahe an der Milchstraße gesehen wird, so sind die Sternkundigen hierdurch veranlaßt worden, diesen schönen Stern als jene große Centralsonne (C. Fig. 138.) unserer Milchstraße anzusehen.

§. 794. Von den neuen oder veränderlichen Sternen, welche entweder nur einmal oder zu gewissen Zeiten periodisch erscheinen und verschwinden, de-

ren es verschiedene am Himmel giebt, (§. 145.) vermuthen einige, daß es Sonnen sind, die sich, wie die unsrige, um ihre Axe drehen, und nicht überall von ihren Oberflächen ein gleich starkes Licht stralen, oder daß diese Körper eine sehr abgeplattete Gestalt haben, und uns bey ihrer Umwälzung zuweilen ihre schmale Seite zuwenden *). Man könnte auch lichtlose im Weltraum hie und da vorhandene Körper annehmen, die sich zuweilen, durch irgend eine periodische geringe Ortsveränderung, zwischen uns und jenen lichten Körpern oder Sonnen stellen. Oder endlich werden die regelmäßigen Lichtveränderungen gewisser Fixsterne vielleicht durch einen oder andern beträchtlichen großen Planeten verursacht, der zwischen unsern Augen und seiner Sonne zuweilen hindurch geht und uns selbige entweder völlig oder zum Theil bedeckt **). Im Grunde aber ist, nach völlig zuverläßigen Beobachtungen, bis jetzt, unter den tausendmal tausenden die Anzahl der am Firmament veränderlichen Sterne äußerst geringe, und von neu erschienenen und wirklich wieder verschwundenen Sternen hat man noch wenigere Beyspiele. Solche erhabene Gegenstände sind auch nicht so leicht Verwandelungen unterworfen. Es ist überdem sehr mißlich, ältere Sternverzeichnisse blos in die-

*) Diese Erklärung nimmt Maupertuis in seinem Discours sur les differentes figures des astres an.

**) Siehe des Herrn Grafen v. Hahn, Gedanken über die Ursachen der Lichtabwechselungen veränderlicher Sterne im astron. Jahrb. 1798, Seite 224—228.

ser Rücksicht mit dem Himmel zu vergleichen, denn die in denselben nicht selten vorkommenden Beobachtungs- Berechnungs- Schreib- und Druckfehler können leicht veranlassen, daß man wirkliche Orts- und Licht-Veränderungen oder gar Verschwindungen an diesen Himmelskörpern endeckt zu haben glaubt. In meinen astronomischen Jahrbüchern 1787 Seite 258; 1788 Seite 194—200 in den Anmerkungen; 1791 Seite 174—178; 1793 Seite 195—202 habe ich fast alle von Hrn. Herschel aus Vergleichung mit Flamsteeds Beobachtungen als veränderlich oder verschwunden angenommene Sterne, hiernach erklärt, und deutliche Beweise vom Gegentheil geliefert.

§. 795. Was soll man aber aus jenen Körpern des Himmels machen, die als Nebelsterne, Sterngruppen und Nebelflecke erscheinen, und die man hiernach in drey Classen bringt? Erstere nemlich zeigen sich als einzelne in einem Nebel eingehüllte Sterne, dies sind vermuthlich Sonnen, die eine starke Photosphäre (Lichtsphäre) von großer Ausdehnung, gleich dem Thierkreislichte unserer Sonne um sich haben *). Daher auch einige Sternkundigen den Lichtschimmer der Milchstraße aus dergleichen Lichtsphären vieler Fixsterne herleiten wollen. Die andere Art bestehet, wie die Fernröhre lehren, aus verschiedenen Sammlungen, dem Anscheine nach sehr kleiner und äußerst nahe beysam-

---

*) Die Sonne erscheint vielleicht, ihres sie umgebenden Zodiacallichts wegen, aus einem benachbarten Fixstern gesehen, als ein neblichter Stern.

men stehender Sterne, und können als benachbarte Sonnen, die für sich ein besonderes System ausmachen, zu den allgemeinen Fixsternensystemen unserer Milchstraße gehören. Allein die von der dritten Classe, welche sich gewöhnlich von der Milchstraße ganz abgesondert, in allen Gegenden des Firmaments durch Fernröhre, als bloße neblichte oder lichtschimmernde Stellen zeigen, die selbst Herschels Teleskope nicht in Sterne auflösen, wie die Nebelflecke im Orion, in der Andromeda, beym Triangel, im Stier, im Wallfisch, Ophiuchus, Schützen, großen Bären, am Berge Maenal, im Schwan *) ꝛc. sind höchst merkwürdig. Denn sie scheinen mit den Fixsternensystemen unserer Milchstraße (s. Fig. 138.) in keiner Verbindung mehr zu stehen, sondern weit jenseits und seitwärts außerhalb derselben, in den unermeßlichen Gefilden des Weltraums zerstreut zu seyn, und es ist zugleich sonderbar daß sich viele in einer länglichten oder elliptischen Gestalt zeigen **).

---

*) S. meine astronomischen Jahrbücher von 1791 und 1794, in welchen die beyden erstern Herschelschen Verzeichnisse von 2000 Nebelsternen, Sternhaufen und Nebelflecken stehen. Im Jahrbuch 1807 folgt noch von Hrn. Herschel, von Seite 129 bis 138. ein Verzeichniß von 500 neu beobachteten Nebelflecken; nemlich in der 1sten Klasse 73, in der 2ten 139, in der 3ten 231, in der 4ten 20, in der 5ten 8, in der 6ten 7, in der 7ten 12, in der 8ten 10.

**) Die 139ste Figur bildet den merkwürdigen Nebelfleck ab, welcher den Stern K nach Doppelmayer (1. und 2 θ nach Flamsteed) und verschiedene kleinere am Schwerdt des Orions umgiebt, so wie er durch ein verkehrt vorstellendes Fernrohr erscheint. S. auch meine kleinern Himmelschar-

§. 796. Man hat hiernach Ursache, sich von diesen neblichten Stellen am Himmel die erhabensten Begriffe zu machen. — Kant, Lambert und Herschel nehmen mit vielem Grunde der Wahrscheinlichkeit an, daß, außer unserer Milchstraße, noch mehrere derselben oder Sammlungen zahlreicher Fixsternensysteme (Milchstraßen) im Weltraum vorhanden sind, und daß uns einige in diesen Nebelflecken sichtbar werden, dergestalt, daß wir nur noch den vereinigten Glanz ihrer Legionen Sonnen unter der Erscheinung eines schwachen Lichtschimmers erblicken. — Bey diesen Vorstellungen schwindelt der Verstand des Erdbewohners, denn seine Sprache hat keine Worte, die Größe und die Würde dieser erhabenen Gegenstände zu beschreiben, und dennoch, wer darf es wagen, aus unwiderruflichen Gründen die Unrichtigkeit derselben zu beweisen? Wenn der Philosoph und Astronom, auch nur bey dem geringsten Leitfaden der Vernunft und Erfahrung, über die Anordnung des Weltbaues Schlüße sammelt, so ist diese anscheinende Kühnheit sehr verzeihlich, denn seine Absicht ist edel und sein eingeschränkter Verstand kann sich von den Werken eines Unendlichen nie zu hohe Begriffe machen.

§. 797. Ueberdenkt endlich der Erdbürger den Raum, der alle Fixsternensysteme und Milchstraßen umspannt, so erliegt sein Geist unter der Vorstellung die-

---

ten, 30stes Blatt. Die zweyte Kupfertafel in meinem astronomischen Jahrbuch für 1794 zeigt Abbildungen von verschiedenen Nebelflecken und Sternhaufen, nach Hrn. Herschels Beobachtungen.

ses Gegenstandes, denn hier hören alle seine Begriffe von Zahlen und Weiten auf und der Abstand des nächsten Fixsterns von unserer Sonne hat gegen diese unbegreifliche Ausdehnung kein Verhältniß mehr. Auch auf den Flügeln des Lichts könnte er leicht Jahrtausende gebrauchen, um bis an jene entlegenen Milchstraßen, die wir in den Nebelflecken zu sehen vermuthen, zu gelangen, und auch da wäre er vielleicht noch weit von den Gränzen der unermeßlichen Welt entfernt, die vor aller Zeitepoche der Allmächtige werden hieß! — In der That, welches ehrfurchtsvolle Erstaunen verdient nicht, nach allen diesen Betrachtungen, der prachtvolle und zugleich hohe Ahndungen erregende nächtliche Anblick des **gestirnten Himmels**? und wie unerschöpflich und edel ist nicht das Vergnügen, welches die erhabene Sternkunde ihren Bewunderern, und noch in weit höherem Maaße ihren Kennern gewährt! *) —

---

*) S. meine **allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude**, 3te Aufl. in 8. Berlin 1808. mit zwey Kupfertafeln.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Schiffahrtskunde.

§. 798.

Die gemeinnützige Schiffahrtskunde kann ganz füglich zu den von der Sternkunde abhängenden Wissenschaften gerechnet werden, weil sich dieselbe immer mehr ihrer Vollkommenheit genähert hat, seitdem, außer der Geschicklichkeit, ein Schiff vermittelst des Ruders und der Segel zu regieren, die Magnetnadel im Compaß erfunden *), und der Lauf des Himmels so wie die Himmelsbegebenheiten dem Seefahrer bekannter gemacht und ihre Anwendung gezeigt worden. Ohne diese astronomischen Hülfsmittel würde er nie zur Kenntniß der Lage des Ortes seiner Abfahrt und Ankunft, der Richtung und Länge des zurückgelegten Weges auf dem weiten Ocean gelangen, und noch immer, wie die ersten Schiffahrer sich nur mit der augenscheinlichsten Gefahr

*) Es ist mit Gewißheit bekannt, daß man um das Jahr 1300 angefangen, die Eigenschaft der Magnetnadel, sich gegen Norden zu richten, bey der Schiffahrt anzuwenden.

aus dem Gesichte der Küsten in die See wagen. Ich werde im folgenden vornemlich das, was sich bey der Schiffahrt auf die Sternkunde bezieht, kürzlich erläutern, und kann unter andern die geometrischen und trigonometrischen Vorkenntnisse, verschiedene dabey vorkommende Aufgaben aus der sphärischen Astronomie; die Anweisungen zur Kenntniß der Sterne; die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung, besonders von der Figur und Größe der Erde, astronomischen Abtheilung derselben, von den geographischen Längen und Breiten der Oerter, Unterschied der Meridiane ꝛc. als aus dem vorigen bekannt, voraussetzen, und nur ihre Anwendung bey der Schiffahrt zeigen.

Von der Magnet- oder Compaßnadel, ihrer Abweichung und Neigung.

§. 799.

Wenn man einer stählernen dazu eingerichteten Nadel die magnetische Kraft gehörig mittheilt, so wird sie eine Magnet- oder Compaßnadel, und zeigt bekanntlich, horizontal im Gleichgewicht auf einem Stift aufgestellt, mit der einen Spitze beynahe nach Norden, und mit der andern beynahe nach Süden *). Diese Abweichung ihrer sogenannten Pole von den Weltpolen, oder von der Richtung des wahren irdischen

*) Sebastian Cabot hat schon vor Columbus bemerkt, daß die Magnetnadel nicht genau den Nordpunct anzeigt.

oder himmlischen Meridians, ist nicht überall auf der Erd- oder Meeresoberfläche von gleicher Größe, und wird auch mit der Zeit in der einen Gegend mehr, in der andern weniger ab- oder zunehmend, beobachtet. Sie weicht an einigen Orten nach Osten, an andern nach Westen vom Meridian ab; es giebt aber auch Gegenden, wo zuweilen keine Abweichung statt findet. Zu Berlin weicht anjetzt die Magnetnadel etwa $17\frac{2}{3}$ Grad vom nördlichen Meridian gegen Westen ab. Zu Paris war im Jahr 1580 ihre Abweichung 12° östlich, 1610 9°, 1665 war keine Abweichung. Nachher ging selbige gegen Westen; im Jahr 1700 war sie 8°; 1720, 12°; 1760 über 18°; 1773, 19° 55′; 1790 im September 21° 58′; und im August 1804, 22° 15′ westlich. Diese westliche Abweichung nimmt also immer langsamer zu. Zu London war die Abweichung östlich im Jahr 1580, 11° 15; 1622, 6° 0′; 1634, 4° 6; 1657, 0°; nachher westlich im Jahr 1665, 1° 22′; 1672, 2° 30′; 1692, 6° 0′; 1723, 14° 17′; 1748, 17° 40′; 1773, 21° 9′; 1787, 23° 19′; 1795, 23° 57′; 1802 *), 24° 6′; 1805, 24° 8′.

§. 800. Folgende Tafel zeigt, als ein allgemeines Beyspiel, die beyläufige Abweichung der Magnetnadel auf verschiedenen Küsten und Meeresgegenden der Erde um das Jahr 1770.

*) Die Abweichung der Magnetnadel ist auch einer täglichen Veränderung unterworfen, die sogar zu verschiedenen Jahreszeiten nicht gleichförmig beobachtet wird; z. B. nach Gilpins Beobachtungen war im Jahr 1793 zu London solche im Januar 5′, im Juli 12′ und im December 4′.

	Abweichung Westlich.		Abweichung Westlich.
Im Kanal zwischen England und Frankreich	22°	Im Indischen Meer unter 100° Länge und 10° südlicher Breite . . .	5°
An den südlichen Küsten von Frankreich	23	Auf Neu-Holland, bey Diemens Land	0
An den Nordküsten von Spanien . . .	20½	An der östl. Küste von Borneo	0
In der Meerenge von Gibraltar . . .	17	An der Chinesischen Küste . . .	Oestlich 3°
In Ireland	25	Auf Japan . .	5
An der Küste von Jütland und Norwegen	19	An der Küste von Carolina . .	0
In Dänemark . .	17	An der Küste von Brasilien . .	0
In Schweden, bey Stockholm	15	Am la Plata-Fluß	15
In Rußland, bey Petersburg	10	In der Magellansstraße . . .	24
Im weißen Meer	0	An der Küste von Chili . . .	19
An der Küste von Italien, bey Neapel	16	An der Küste von Peru . . .	5
Im schwarzen Meer, bey Constantinopel	11	Auf den freundschaftlichen Inseln im stillen Meer	11
An der Küste von Marokko	16	Bey den Gesellschafts-Inseln	6
Am grünen Vorgebirge in Afrika . . .	10	Auf Neu-Seeland	17
Am Vorgebirge der guten Hoffnung . .	21	Auf den Carolinischen Inseln	5
Auf Madagascar .	20		
An der Arabischen Küste	10		
An der Malabarischen Küste	4		

§. 801. Wenn man aus vielen Beobachtungen in allen Gegenden des Oceans, auf einer Charte von der Erdkugel oder einen Globus, alle diejenigen Oerter bemerkt, wo die Magnetnadel für eine gewisse Zeit eine gleiche Abweichung gehabt, und diese Puncte zusammenzieht, so kommen verschiedene regelmäßige aber besonders gekrümmte Linien zum Vorschein, die sich alle auf gewisse Gegenden zu beziehen scheinen, welches Halley am Ende des 17ten Jahrhunderts zuerst entdeckt hat. In Bouguer Traité de Navigation (Paris 1760.) in Muschenbroeks Naturwissenschaft (Leipz. 1747) rc. auch in dem Berliner astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1779 kommt eine Weltcharte vor, auf welcher diese magnetischen Linien nach Beobachtungen gezogen sind *). Letztere ist von Lambert verfertiget, und zeigt, daß im Jahr 1770 in ganz Europa, Afrika, dem östlichen Theil von Nordamerika, und den diesen Theilen zunächst angrenzenden Meeren die Abweichung der Magnetnadel durchaus westlich war, und zwar im Ocean westlich von Großbritannien, und östlich unter dem Vorgebirge der guten Hoffnung, aufs höchste bis auf 25° ging; auch daß sich die zwey Linien für 15° Abweichung, die sich im nördlichen Theil des atlantischen Oceans und im baltischen Meer befinden, wenn man sie verlängert, mitten in Afrika durchschneiden und südostwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung so wie östlich

*) Hr. Funk hat auf seinen im Jahr 1781 herausgegebenen Erdhemisphären diese Halleyschen oder magnetischen Linien vorgestellt.

östlich von Madagaskar wieder zum Vorschein kommen. Ferner, daß auf einer Linie vom weissen Meer durch Asien, nach dem südlichen China, und bis über die ostindischen Inseln im Ocean südöstlich von Borneo keine Abweichung sey, und von derselben gegen Osten ostwärts zu werden anfange. Das auf einer andern krummen Linie von Florida, den brasilischen Küsten nahe östlich vorbey bis fast zum ersten Meridian unterm 40° südlicher Breite gleichfalls die Abweichung 0 sey und von da gegen Westen durch das ganze südliche Amerika und den mittägigen Theil des stillen Meers ostwärs falle, so, daß die größte östliche Abweichung von 25° unterhalb der südlichsten Spitze von Amerika statt findet. Halley zieht in seiner Charte für das Jahr 1700 die krummen Linien für die größte westliche und östliche Abweichung beym südlichen Afrika und Amerika um 15° östlicher und jene bey Großbritannien um 40 bis 50° westlicher, und um so viel wäre ihre Lage von 1700 bis 1770 verrückt.

§. 802. Außer dieser Abweichung von der Mittagslinie hat die Compaßnadel auch eine Neigung gegen den Horizont. Denn nachdem einer vollkommen wagerecht schwebendeu stählernen Nadel die magnetische Kraft mitgetheilt ist, verliert sie das Gleichgewicht, und senkt sich auf der einen Seite tief herunter, so daß man genöthigt ist, entweder diesen Theil leichter, oder den gegenüber stehenden schwerer zu machen, um die horizontale Lage wieder herzustellen. In den mehresten nördlichen Gegenden der Erde senkt sich die Spitze der Nadel, welche nach Norden zeigt, unter die horizontale

Ebene, in den südlichen bemerkt man dies von der andern, welche nach Süden zeigt, und in gewissen Gegenden der Erd- und Meeresoberfläche behält die magnetische Nadel eine horizontale Richtung. Diese Neigung ist eben so, wie die Abweichung, zu gleicher Zeit nicht überall gleich groß, und wird auch an einem und demselben Orte mit der Zeit veränderlich beobachtet. Der Neigungswinkel der nördlichen Seite der Magnetnadel unterm Horizont war zu Berlin im Jahr 1755 $71\frac{3}{4}$°; im Jahr 1769 $72\frac{3}{4}$°. Ohngefehr um diese Zeit fand man denselben zu Basel $71\frac{1}{2}$°; zu Petersburg $73\frac{3}{4}$°; zu Umba in Lappland $75\frac{1}{6}$°; zu Ponoi $77\frac{1}{2}$°; zu Kola $77\frac{3}{4}$°; zu Paris im Jahr 1772 71° 20′; im Jahr 1799 48° 50′; im Jahr 1773 auf einer Insel nahe bey Spitzbergen 79° 50′; Hr. v. Humboldt zu Mexico 19° 26′. Die Neigung der Nadel unter dem Horizont an der Süd-Seite fand Hr. v. Humboldt zu Quito 3° 13′; zu Lima 12° 2′; Lapeyrouse im Ocean, zwischen Brasilien und der Ins. Ascension 10° 57′; bey der Insel der Patagons 52° 21′; Baily im Jahr 1775 auf dem Vorgeb. der guten Hoffn. 7° 14′. Es sind aber erst in wenigen Gegenden des Oceans hierüber genaue Beobachtungen angestellt *). Bey der Schiffahrt braucht unterdessen diese Neigung nicht eigentlich bekannt zn seyn, denn der Seefahrer begnügt sich bloß, denjenigen Theil der Compaßnadel, welcher,

*) Der Prof. Wilkes hat zuerst in den Schriften der Stockholmer Akademie vom Jahr 1768 eine Charte über dir Inclination der Magnetnadel geliefert.

so wie er unter andere Himmelsstriche kömmt, sich mehr oder weniger über den Horizont erhebt, so lange mit etwas Wachs schwerer zu machen, bis die Nadel sich in der nöthigen horizontalen Stellung zeigt.

§. 803. Bey der Erklärung der nach und nach veränderlichen Abweichung und Neigung der Compaßnadel müssen diejenigen Naturforscher, welche überhaupt diese Erscheinungen von einem im Innern oder tief unterhalb der Oberfläche der Erdkugel liegenden großen magnetischen Körper herleiten, annehmen, daß dieser seinen Ort nach und nach verändere, wobey es dann vielleicht nur auf den Ort desselben, und nach welchem Gesetze sich diese Veränderung richtet, ankäme, um im voraus die Abweichung und Neigung der Nadel in allen Gegenden der Meeres- und Landoberfläche der Erde angeben zu können, von welcher Kenntniß wir aber noch weit entfernt zu seyn scheinen. Euler betrachtet, statt eines solchen magnetischen Kerns im Inwendigen der Erde, die Erdkugel selbst als einen Magnet, die ihre von den Weltpolen unterschiedene, obgleich nicht völlig gerade einander gegenüber liegende magnetische Pole habe, durch und nach welchen die magnetische Materie beständig hinströmt, und deren Richtung alle einzelne Magnete und Compaßnadeln folgen, so, daß sich aus der Entfernung und Lage dieser magnetischen Polen von und gegen die Pole der Erdkugel in einem jeden Lande die Richtung und Größe der Abweichung erkennen lasse. Er verglich diese Theorie mit den auf einer für das Jahr 1744 verfertigten Charte vorkommenden magnetischen Linien,

und fand vornemlich bey Europa und dem nördlichen America eine ziemliche Uebereinstimmung, wenn er für die damalige Zeit den nördlichen Pol des Magneten 15° vom nördlichen Weltpol; den südlichen 29° vom südlichen Weltpol; den Winkel am Nordpol zwischen den durch beyde magnetische Polen gehenden Meridianen auf 53°, und die Länge des durch den magnetischen Nordpol gehenden Meridian auf 250° setzte. Hiernach würde der Nordpol der Magnetnadel im äußersten nördlichen unbekannten Amerika liegen. Die verschiedentliche Größe der Neigung der nördlichen oder südlichen Hälfte der Magnetnadel unter dem Horizont würde sich demnach aus der Annäherung oder weitern Entfernung von den gleichnamigen magnetischen Polen ergeben. Hingegen müßte in dem einen oder andern dieser Pole die Nadel eine senkrechte, und mitten zwischen beyden eine horizontale Stellung erhalten *).

§. 804. Silberschlag nahm im Innern der Erde eine magnetische Kugel an, deren Pole auf der Oberfläche einander nicht gerade entgegen stehen, und so wie ihr Mittelpunct außerhalb dem Mittelpunct und der Axe der Erde liegen, deren Axe aber doch mit der Erdaxe eine parallele Lage hat. Nach seiner Berech-

*) Von Churchman erschien im Jahr 1790 zu Philadelphia, eine Abhandlung mit einer Charte, worin er zu beweisen sucht, daß der Nordpol der Magnetnadel in 426 Jahren sich in einem kleinen Kreise 14° vom Nordpol der Erde und unter 298° der Länge umdrehe. Den Südpol des Magneten setzt er unter 157° der Länge und 73° der Südl. Breite, und dieser vollendet seinen Umlauf in 5460 Jahren mit einer Abnahme der Länge in 100 Jahren von 6° 36′.

nung durchschneidet die durch die excentrische Axe der vorausgesetzten magnetischen Kugel gehende mit der Erdaxe parallele Ebene den Aequator der Erde unter dem 141 und 340° der Länge, wo keine Abweichung der Magnetnadel statt findet. Der Abstand dieser Ebene von der Erdaxe trägt 176 solcher Theile aus, deren der Halbmesser der magnetischen Kreisebene 1000 hat; der Halbmesser der Erde hat hiernach 1015 Theile; Länge der Linie vom Mittelpunct jener Kreisebene zum Mittelpunct der Erde 2057 Theile; Winkel dieser Linie mit einer vom Mittelpunct der Erde auf der magnetischen Axe senkrecht stehenden 51° 3′; Winkel jener beyden Mittelpuncte mit dem 350sten Grad des Aequators 132° 26½′. Der Nordpol der magnetischen Kugel liegt vom Mittelpunct der Erde 509 Theile, vom 350sten Grad des Aequators 1906 Theile. Unterm 350° 2′ der Länge und 61° 5′ nördlicher, so wie etwa unterm 180° der Länge und 86° südl. Breite, hängt die Magnetnadel senkrecht, weil dahin die vom Mittelpunct der Erde durch die magnetischen Pole gezogenen Linien fallen. Unterm 276 und 85° der Länge findet hingegen keine Neigung statt. Die Axe der magnetischen Kugel hat 924 Theile = 792 geogr. Meilen. Die Abweichung der Magnetnadel auf der Erdoberfläche hat den Unterschied der Erdmeridiane von den magnetischen Meridianen zur Ursache. Aus diesen und andern Bestimmungen leitet Silberschlag Gründe und Regeln zur Erklärung und Berechnung der überall auf der Erde vorhandenen Abweichungen und Neigungen der Magnetnadeln ab, welche mit den Beobachtungen zuzutreffen

scheinen *). Von der Größe der Verrückung der magnetischen Linien und ihrer Richtung, wissen wir aber noch zu wenig, um solche zum großen Nutzen des Seefahrers, im Voraus mit Zuverläßigkeit bestimmen zu können.

Vom Gebrauch des Compasses bey der Schiffahrt.

§. 805.

Bey den gewöhnlichen Compassen oder Boussolen schwebt die magnetisirte Nadel an einem Stift im Mittelpunct eines nach den Weltgegenden abgetheilten Kreises im Gleichgewicht. Hingegen beym Seecompaß wird der Mittelpunct der Nadel gemeiniglich mit dem Mittelpunct einer dünnen pappenen Scheibe unterhalb verbunden, auf deren obern Seite die Schiffsrose (so nennen die Seefahrer einen nach den 32 Winden abgetheilten Kreis) verzeichnet, so, daß die nach Norden weisende Spitze der Nadel mit dem Punct Norden übereinkommt. Wird nun die Nadel auf ihrem Stift gesetzt, so dreht sich mit derselben zugleich die pappene Scheibe herum, und der Compaß zeigt, wenn er in Ruhe ist, alle Gegenden des Horizonts bis auf die Abweichung der Nadel, auf

*) S. *Systema inclinationis et declinationis utriusque acus magneticae, Auctore I. E. Silberschlag*, in den Memoires der Berliner Akademie der Wissensch. vom Jahr 1787. mit vielen Figuren, auch die beyden Hemisphären der Erde auf zweyerlen Art mit den magnetischen Abweichungs- und Neigungs-Linien nach der Theorie des Verf. entworfen.

einmal an. Die 140ste Figur bildet die Schiffsrose mit beygesetzten Benennungen der 32 Winde ab. Wenn man nur weiß, daß N Norden, O Osten, S Süden und W Westen bedeutet, so lassen sich alle übrigen lesen, und die eingeführten schicklichen Benennungen der zwischen zwey Hauptgegenden liegenden Nebengegenden, welche allemal halb von der einen, halb von der andern Gegend, zwischen welchen sie liegen, ihre Namen entlehnen, sind auch leicht zu behalten und nach der Figur an ihrem Anfangsbuchstaben zu erkennen. Diese 32 Abtheilungen des Compasses liegen $\frac{360^\circ}{32} = 11\frac{1}{4}^\circ$ von einander, und die Winkel, welche sie, durch Linien unter sich am Mittelpunct machen, heißen in der Schiffahrt Rhombi oder Rumbi, Windwinkel, Compaßstriche. Sie werden zuweilen noch in Halbe- und Viertel-Striche eingetheilt.

§. 806. Der Schiffscompaß wird in einer halben mit Glas belegten Kugel, oder runden Büchse C Fig. 141. eingeschlossen und diese von außen an zwey kupfernen Stiften m und n innerhalb einer größern Büchse a d im Gleichgewicht aufgehängt. Letztere wird wieder vermittelst zweyer Stifte r und s an der inwendigen Seite eines viereckigten Kastens ABDE eingehängt, und dadurch erhält man, daß die Magnetnadel bey allen Schwankungen des Schiffs ihre horizontale Lage behält *). Es sey Fig. 142. A das Vor-

*) Auch wird gewöhnlich ein Compaß in der Cajüte an der Decke schwebend aufgehängt, wobey denn der Stift, auf

dertheil und RS das Hintertheil eines Schiffs; AB der Kiel desselben, so wird der den Seecompaß einschließende Kasten in einem besondern gegen das Hintertheil des Schiffs befindlichen Behältnisse, die Steuermannshütte genannt, so gesetzt, daß der Mittelpunct c senkrecht über AB und die Seite des Kastens be, mit AB unter einem rechten Winkel steht. Dieser Compaß heißt eigentlich der Strich- oder Route-Compaß, weil der Schiffer sich dessen bedient, um das Vordertheil und damit den Lauf des Schiffes, vermittelst des Steuerruders, nach derjenigen Gegend zu richten, wohin das Schiff geführt werden soll. Zeigte z. B. die Magnetnadel nach der Gegend cn Norden, so wäre ncA der Winkel, welchen der Kiel des Schiffs mit dem Strich Norden macht, und zugleich der Rumb, unter welchem mit dem Meridian das Schiff nach Osten fortseegelt. Bläset nun der Wind gerade nach dieser Gegend, oder ist G die bey den Schiffern so genannte Leeseite, und stößt folglich senkrecht auf das Segel MO, so wird das Schiff blos durch Hülfe des Windes der von der Luftseite B herkömmt, nach der Richtung BA fortgeführt. Der Wind ist aber selten so günstig, und daher muß das Segel, wenn der Wind von der Seite kömmt, schief oder schräge gegen BA gestellt werden, alsdann wird aber das Schiff von der Richtung, nach welcher der

---

welchem sich die auf Pappe geklebte Schiffsrose mit der Magnetnadel dreht, am Mittelpunct der gläsernen Scheibe, die den Compaß deckt, befestigt wird.

Seefahrer vermittelst des Steuerruders das Vordertheil desselben unter dem Winkel des Strich-Compasses hinlenkt, seitwärts abgetrieben, welches die Seefahrer die Abdrift nennen.

§. 807. Diese Abweichung des Schiffs von seinem geraden Lauf wird durch den sogenannten Peil- oder Variations-Compaß gefunden, welcher mit Diopteru und beweglichen Linealen versehen, und dessen Rose in 360° eingetheilt ist. Er dient auch zur Beobachtung der Morgen- und Abendweite (§. 87. 195.) des Azimuths der Sonne und Sterne (§. 88. 198.) imgleichen zur Bestimmung der Winkel, welche entlegene Gegenstände auf der See, als hohe Küsten, Berge, Klippen ꝛc. mit dem Meridian, oder einem gewissen Windstrich machen. Es sey Fig. 143. A das Vordertheil und B das Hintertheil eines Schiffs. Das Segel MO oder mehrere stehen schief, so daß der von der Seite des sogenannten Steuerbords S kommende Wind nach der Richtung SC auf dieselben stößt, so wird das Schiff vom Winde, nicht allein seiner Länge nach von C gegen G, wohin es der Steuermann vermittelst des Steuerruders lenkt, sondern auch zugleich etwas nach der andern Seite R fortgetrieben, und es nimmt seinen Weg etwa in der Richtung TCR, welcher mit dem Winde den Winkel RCS und mit A den Winkel RCA macht. Dieser letztere Abweichungswinkel läßt sich mit dem Variations-Compaß von C aus finden, da glücklicherweise das Schiff durch seine schnelle Bewegung hinter sich, und im gegenwärtigen Fall nach der Richtung CT eine Strecke fort in der See eine

Art von Bahn zurückläßt, die das Kielwasser heißt, deren Winkel mit dem Kiel BCT = RCA sich alsdann ausmessen läßt. Wenn man bedenkt, daß der Stoß des Windes nach der Richtung SC auf das Segel OM wie auf eine schräge Ebene oder einen Keil wirkt, und selbiges aus der Stelle zu treiben sucht, das Schiff aber dem Wasser gegen D seine größte Seitenfläche; gegen A aber die Spitze entgegenstellt, so ist leicht zu erklären, warum das Schiff ohnerachtet des von der Seite, oder gar etwas von vorne auf dasselbe stoßenden Windes, dennoch, vermöge dieser Stellung der Segel, und da es gegen A, wohin es das Steuerruder lenkt, das Wasser mit dem geringsten Widerstand durchschneidet, vorwärts nach G, mit einiger Abweichung gegen R fortsegeln müsse.

Die Abweichung oder Mißweisung der Magnetnadel auf der See zu finden.

§. 808.

Da diese Abweichnng dem Seefahrer beym jedesmaligen Gebrauch des Compasses in allen Gegenden des Oceans genau bekannt seyn muß, um den wahren Windstrich, nach welchem das Schiff fortgeführt worden, darnach zu finden, so ist es zu seiner Sicherheit räthsamer, alle sich darbietende Gelegenheiten wahrzunehmen, solche auf der See durch wirkliche Beobachtungen zu finden, als aus den bereits darüber vorhandenen Nachrichten, oder gar alten oft sehr fehler-

haften Charten zu nehmen, zumal da diese Abweichung der Zeit und dem Orte nach veränderlich ist, wie oben gezeigt worden. Hiezu giebt es nun verschiedene Mittel: 1) wenn die Sonne, der Mond oder bekannte Sterne gerade im Meridian beobachtet werden können, so zeigt die Magnetnadet sogleich die Abweichung von der auf diese culminirenden Himmelskörper, vermittelst des Diopterlineals gerichteten Meridianlinie des Variations-Compasses, welche alsdann mit der Lage ihres wahren Meridians am Himmel oder auf der Erde übereinkömmt, an. 2) Da sich Tafeln berechnen lassen, die für alle Tage des Jahres angeben, zu welcher Zeit des Nachts der Polarstern, oder ein jeder anderer bekannter dem Pol benachbarter Stern, gerade unter oder über dem Nordpol durch den Meridian geht. (S. meine Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 8te Aufl. Seite 460.) so giebt diesseits des Aequators, der Winkel zwischen der Linie, nach welcher hinaus die Magnetnadel Norden zeigt, und der Richtung, nach welcher diese nördlichen Sterne alsdann gesehen werden, die Abweichung der Nadel vom wahren Nordpunct ost- oder westwärts. Für die Befahrer des Oceans jenseits der Mittellinie läßt sich eben dies aus den dem Südpol benachbarten Sternen finden.

§. 809. Dann ist 3) die auf der See gewöhnlichste und bequemste Methode folgende. Da für den Seefahrer Tafeln berechnet sind, welche für einen jeden Tag unter einer bekannten Polhöhe, die Amplitude oder die Morgen- und Abendweite der Sonne aufs

genaueste angeben *), so kann derselbe, wenn er die geographische Breite oder Polhöhe des Orts, unter welcher sich das Schiff auf der See befindet, kennt, an der Bemerkung, in welchen Puncten des Horizonts nach dem Compaß, ihm die Sonne auf- oder unterzugehen scheint, verglichen mit dem, was jene Tafeln oder eine Rechnung unter der bekannten Polhöhe des Schiffes ansetzen, die Abweichung des Compasses finden. Es sey z. B. ein Schiff am 21. October unter einer nördlichen Breite von 41°, so muß die Sonne nach den vorhin angezeigten Tafeln, oder nach einer Berechnung, wie im §. 195. vorgekommen, 14° vom wahren Westpunct südlich untergehen. Wenn nun die Magnetnadel des Variations-Compasses genau auf ihrer von Süden nach Norden gehenden Linie steht, und die von Osten nach Westen gerichtete mit einer zur untergehenden Sonne am Horizont gehenden, die das Diopterlineal angiebt, einen Winkel von 7° südlich macht, so muß die Abweichung der Nadel 14° + 7° = 21° vom wahren Westpunct nach Süden, und folglich vom Nordpunct nach Westen seyn. Denn es sey Fig. 144. vom Mittelpunct der Boußole C aus betrachtet, w der West-, s der Süd-, o der Ost- und n der Nordpunct des Horizonts, den die Magnetnadel angiebt, wenn sie genau auf ihrer Mittagslinie s n in Ruhe ist. Nun soll die

*) Dergleichen Tafeln stehen im Auszuge in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln, in drey Bänden, 8 Berlin 1776, 3ter Band, Seite 245 — 256, und in der Beschreibung meiner Weltcharte, Berlin 1793, Seite 148 — 152.

Sonne nach der Rechnung 14° = dem Winkel ⊙ C W vom wahren Westpunct W linker Hand oder südlich untergehen; das Diopterlineal aber zeigt die Sonne nach der Richtung C ⊙ vom Westpunct w des Compasses um den Winkel w C ⊙ = 7° rechts oder nordwärts am Horizont, so giebt in diesem Fall w C ⊙ + ⊙ C W = 7° + 14° = 21° die Abweichung der Nadel vom Westpunct gegen Süden, also auch vom Nordpunct gegen Westen = N C n. Fällt die Linie C w von C ⊙ zur rechten, so muß der Winkel zwischen beyden von der Abendweite subtrahirt werden, und die Abweichung bleibt so lange westwärts als diese Subtraction angeht. Wäre hingegen jener Winkel größer als die berechnete Amplitude, so würde letztere, vom erstern abgezogen, die Abweichung, und zwar nordwärts vom West also, ostwärts vom Nordpunct herausbringen. Wie diese Regeln in andern Fällen und auch beym Aufgang der Sonne verändert werden, ist leicht einzusehen *).

§. 810. Wenn das Diopterlineal des Compasses so eingerichtet ist, daß man es aufwärts neigen und also nach der Sonne nicht allein am Horizont, sondern auch in allen ihren Höhen über demselben visiren und auf dem Compaß den Strich oder Grad bemerken kann, welcher in dem Verticalkreis der Sonne liegt, so kann man auch das für die Zeit der Beobachtung nach der Anweisung im §. 198. berechnete Azimuth der Sonne

---

*) Im §. 195. wird die Berechnung der Amplitude aus der bekannten Abweichung der Sonne und Polhöhe zu finden gelehrt, und im §. 237. wie die Stralenbrechung am Horizont die Amplitude verändert.

mit demjenigen vergleichen, welches der Compaß angiebt, und hiernach gleichfalls die Abweichung oder die Fehlweisung der Nadel, finden. Die Regeln dazu ergeben sich auf eine ganz ähnliche Art wie bey den Abend- und Morgenweiten. Bey dieser Methode ist noch der Vortheil, daß man auch das Azimuth eines Sterns, vermittelst der hiebey angebrachten Einrichtung auf der Boußole, beobachten kann *), welches sich dann, wie bey der Sonne, aus gleichen Stücken, nemlich bekannter Pol- und Sternenenhöhe, für die Zeit der Beobachtung berechnen läßt, und dadurch kann die dem Seefahrer so nothwendige Untersuchung der Abweichung der Magnetnadel um so öfterer vorgenommen werden. Alle bisher bemerkte Methoden zur Erfindung der Fehlweisung der Magnetnadel sind auch auf dem Lande, zumal wenn man bey Anwendung der Amplituden einen freyen Horizont hat, zu gebrauchen, und können daselbst, wegen des festen Beobachtungsplatzes, allemal mit weit mehr Zuverläßigkeit angestellt werden als auf einem schwankenden Schiffe.

Die Länge des von einem Schiffe zurückgelegten Weges zu finden.

§. 811.

Alle Mittel, welche bisher angewendet worden sind, die Geschwindigkeit des Laufs von einem Schiffe zu

*) Die Morgen- und Abendweite der Sterne ist fast durchaus nicht zu beobachten, da sich kaum die Sterne erster Größe bey ihrem Auf- und Untergang, der Dünste des Horizonts wegen, zeigen.

finden, beziehen sich auf den Gebrauch des sogenannten Log oder der Logleine. Das Log ist ein Stück schweres, etwas dickes Holz, in Figur eines gleichschenklichten Triangels, 6 bis 7 Zoll hoch, dessen untere Seite mit Bley beschwert wird, so, daß es sich perpendiculair eben unter die Oberfläche der See eintauchen könne. An der obern Spitze dieses hölzernen Dreyecks wird eine sehr lange dünne Leine befestigt und in der Nähe des Dreyecks noch eine kleine Schnur angebunden, an deren Ende sich ein Nagel befindet, der an der untern Seite des Dreyecks nur lose eingeschoben wird, um es dadurch in aufrechter Stellung zu erhalten. Beym Gebrauch des Logs läßt man es vom Hintertheil des Schiffes in die See fallen, so daß es den breitern Theil gegen das Schiff kehrt, und man setzt voraus, daß es an dieser Stelle liegen bleibt, und als ein unbeweglicher Punct dienen kann, um die Geschwindigkeit des Schiffs zu bestimmen. In dem Augenblick wird zugleich die an demselben befestigte lange, um einen Haspel oder um eine Spindel, die ein Bootsmann in der Hand hält, geschlagene, und in gleichweit von einander befindliche Knoten abgetheilte Logleine, so wie das Schiff fortsegelt, abgewunden, wobey sich inzwischen diese Logleine längs der Oberfläche des Wassers hinzieht. Aus der Beobachtung nun, wie viel Knotenweiten etwa in einer halben Minute davon abgehaspelt worden, ergiebt sich dann, wie geschwind das Schiff in dieser kurzen Zwischenzeit fortgesegelt sey, und wie weit es etwa in einer halben Stunde fortkommen werde, wenn sonst alle Umstände bleiben. Die Abmessung der Zeit geschieht gewöhnlich vermittelst ei-

ner Sanduhr, die in einer halben Minute oder dem 120sten Theil einer Stunde abläuft; eine Secunden-Taschenuhr würde aber hiebey weit mehr Richtigkeit gewähren. — In Fig. 145. ist ABC das Log oder der hölzerne oben bemerkte Triangel, Gm die Oberfläche der See, AO die Leine, welche in A an dem Log befestigt ist, und gegen O hinaus nach dem Schiff geht. In e ist ein Nagel an einem Faden, der sich in D mit der Leine vereinigt; er ist bey C nur ein wenig an der Seite AC eingesteckt, so, daß er, wenn die Leine wieder nach dem Schiff stark angezogen wird, sich ablöset. E ist noch eine bleyerne Kugel, welche sowol als der Nagel e bestimmt ist, um das Holz oder Log ABC aufrecht und unter der Oberfläche des Wassers zu erhalten.

§. 812. Die Logleine ist durch Knoten in gleiche Theile abgetheilt. Gewöhnlich ist bey den Französischen Seefahrern der 120ste Theil von $\frac{1}{3}$ einer Seemeile, die auf 17100 Franz. Fuß gerechnet wird, oder $47\frac{1}{2}$ Fuß das Maaß von einem Knoten zum andern; aber etwa 60 Fuß von dem Log geht erst die Abtheilung der Leine an, damit das Log außerhalb dem Leewasser ruhiger in der See liegen könne. Gesetzt nun, es sind während dem Logen, welches gemeiniglich eine halbe Minute dauert, von dem Anfangspunct der Abtheilung an zu rechnen, 6 Knotenlängen der Logleine von der Haspel abgewunden, so ist das Schiff inzwischen $\frac{6 \cdot \frac{1}{3}}{120} = \frac{2}{120} = \frac{1}{60}$ Meile fortgesegelt, und es wird demnach in einer Stunde $120 \cdot \frac{1}{60} = 2$ Meilen zurücklegen. Dies

Instru-

Instrument belehrt demnach dem Seefahrer die Geschwindigkeit oder den zurückgelegten Weg des Schiffs auf der Oberfläche des Oceans, wobey er voraussetzt, daß das Log auf der Stelle, wo es ausgeworfen, unbeweglich liegen bleibt. Allein da überdem der Ocean selbst an verschiedenen Oertern einer Bewegung nach einer gewissen Gegend unterworfen ist, welche man die Strömung nennt, so wird sowol das Log als das Schiff gemeinschaftlich nach dieser Richtung zugleich fortgeführt, und es kömmt darauf an, ob das Schiff vom Winde mit dem Seestrom nach einer, oder entgegengesetzten Richtung, oder unter einem gewissen Winkel fortsegelt, um zu bestimmen, ob und wie es dadurch von seinem wahren Lauf abgeleitet worden.

§. 813. Man weiß z. B., daß das Weltmeer zwischen den Wendecirculn sich beständig von Osten nach Westen bewegt, und daß es zwey bis drey Meilen in einem Tage zurücklegt, welcher Seestrom von der täglichen scheinbaren Bewegung des Mondes nach Westen, dem in diesem Erdstrich beständig wehenden Ostwinde und der Umwälzung der Erdkugel gegen Osten herzuleiten ist. Segelt nun der Seefahrer unter dieser Zone nach Westen, so zeigt das Log nur an, wie viel sein Schiff sich geschwinder als die See bewegt hat; geht aber der Lauf des Schiffes nach Osten, so wird es durch den Strom des Wassers von daher immer etwas wieder zurückgeführt, und der Schiffer wird, nach dem Log zu rechnen, einen größern Weg gemacht zu haben glauben. Segelt aber ein Schiff unter diesem heißen Erdgürtel von Süden nach Norden, oder

von Norden nach Süden, so wird es mit der Logleine parallel von seinem Wege nach Westen abgeführt; und wenn Fig. 146. AB der Lauf des Schiffes nach dem Winde, während des Versuchs mit der Logleine, und AD mittlerweile die Richtung und Geschwindigkeit des Seestroms (die Abdrift) wäre, so würde das Schiff, anstatt nach B zu kommen, in H angelangt, und folglich AH die Diagonallinie des rechtwinklichten Parallelograms ADHB der zurückgelegte Weg in Ansehung der Wasseroberfläche seyn. Geht endlich der Lauf des Schiffs unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Seestroms vor sich, so macht das Schiff gleichfalls einen größern oder kleinern Weg, als die Logleine angiebt. Wenn in Fig. 146. AB die Weite und die Weltgegend ist, um und nach welcher das Schiff, zufolge der Angabe des Logs und des Compasses fortgesegelt ist, der Seestrom aber dasselbe mit der Richtung und Geschwindigkeit AC von AB ablenkt, so hat es inzwischen nur die kürzere Diagonale AG des schiefwinklichten Parallelograms ACGB gemacht.

§. 814. Hieraus erhellet die Nothwendigkeit, daß dem Schiffer in allen Gegenden des Oceans die Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströme bekannt seyn müssen, wenn er mit der gehörigen Zuverläßigkeit nach dem, was das Log angiebt, den zurückgelegten Weg seines Schiffes bestimmen will. Unterdessen bedürfen die mehresten bisher von den Seefahrern gemachten Bemerkungen über diese besondern Bewegungen des Meeres noch genauere Untersuchungen und Berichtigungen. Außer der vorhin angezeigten allge-

meinen Strömung des Wassers zwischen den Wendekreisen nach Westen, welche sich aber doch nordwärts der Mittellinie etwas gegen Süden, und südlich unter derselben gegen Norden hinzieht, auch in der Nähe des festen Landes, der Inseln und Vorgebirge unterbrochen wird, giebt es unter andern an der ganzen westlichen Küste von Afrika starke Meeresströme bis zu einer grossen Entfernung in der See, welche beym grünen Vorgebirge von Westen, weiter mittagwärts aber von Süden herkommen. Zwischen dem Vorgebirge der guten Hoffnung und Madagascar zieht sich das Meer von Nordost nach Südwest. Im Bengalischen Meerbusen bey Sumatra geht ein starker Strom von Süden nach Norden. Bey Java, Manilla, den Philippinschen und Ladronischen Inseln werden beständige und starke Ströme bemerkt. An den Peruanischen Küsten geht die Strömung gegen Norden; beym Feuerlande gegen Osten; beym Fluß la Plata, längs der Küste, gegen Süden. In gewissen Gegenden, als im Persischen Meerbusen; unterhalb Ceilon; zwischen Malacca und Cochin; nordwärts über Madagascar; an der Brasilianischen Küste; bey St. Domingo ꝛc. ist die Richtung der Bewegung der See nach den Jahreszeiten veränderlich. Dergleichen Meeresströme werden ohne Zweifel von der Ebbe und Fluth, nnd dann vornemlich von dem zwischen den Wendecirculn und noch über dieselben hinaus beständig wehenden Ostwinde, oder von den in verschiedenen Erdstrichen periodisch abwechselnden Winden, den sogenannten Passatwinden oder Moußons, erregt.

Von den Seecharten und den loxodromischen Linien.

§. 815.

Wenn dem Schiffer der Ort seiner Abreise durch astronomische Beobachtungen, der Windstrich, unter welchem er fortgesegelt, nach dem Compaß, und die Geschwindigkeit des Schiffs nach der Logleine bekannt ist, so kann er den zurückgelegten Weg auf den Seecharten verzeichnen, und den Ort, wo sich das Schiff befindet, nach geographischer Länge und Breite angeben. Ehe ich aber die dabey vorkommenden Aufgaben hersetze, ist es nothwendig, etwas von den See- oder hydrographischen Charten zu erwähnen. Bey der Schifffahrt kommen erstlich die sogenannten platten Charten vor. Diese bilden nur einen kleinen Theil der Wasseroberfläche ab, bey welchem die sphärische Krümmung der Erde nicht merklich wird, als etwa einzelne Meerbusen, Häfen, Ankerplätze und Rheden, mit ihren Klippen, Sandbänken, Untiefen ꝛc.; und daher können auf denselben die Meridiane und Parallele als gerade sich unter rechten Winkeln durchschneidende Linien vorgestellt werden, an welchen sich der zurückgelegte Weg des Schiffs leicht abmessen läßt. Sie sind aber nur bey kleinen Schifffahrten brauchbar, und würden bald unrichtig werden, wenn man nach ihrer Constructionsart große Gegenden des Oceans, vornemlich gegen die Pole hin, entwerfen wollte. Die in der Geographie üblichen Charten, welche, nach den Regeln der Perspective, entweder sehr große Länder und Meere, oder die ganze Halbkugel der Erde, auf einer

Ebene richtig entworfen, vorstellen *), sind in der Schifffahrt nicht brauchbar, weil auf denselben die Meridiane und Parallele, wenigstens die letztern allemal, gekrümmt erscheinen. Nimmt man z. B., wie Fig. 147. zeigt, denjenigen Entwurf der Halbkugel der Erde, auf welchem der Pol P in der Mitte liegt, und welcher alle Länder und Meere am wenigsten verzogen darstellt, so werden freylich alle Meridiane, als gerade Linien sich

*) Die Entwerfungsart der Landcharten ist unter andern entweder orthographisch oder stereographisch. Bey jener wird der Zuschauer außerhalb der Erde, und in einer Linie, senkrecht über dem Mittelpunct der Oberfläche der zu entwerfenden Halbkugel, in einer unendlichen Entfernung gesetzt. Mit dieser Linie werden durch einen jeden Punct der Oberfläche andere Linien parallel gezogen, welche verlängert auf eine durch den Mittelpunct der Erdkugel gehende Ebene gezogen, daselbst diese Puncte orthographisch bezeichnen, wie sich schon aus dem oben im §. 671. vorgekommenen, und nach Fig. 118. erklären läßt. Alle Meridiane und Parallele erscheinen, wenn ein Ort zwischen dem Pol und Aequator in der Mitte des Entwurfs liegt als Ellipsen, nach den Sinussen ihres Abstandes vom Mittelpunct, folglich an den Rändern hinaus, immer näher an einander. Liegt der Pol in der Mitte, so erscheinen die Meridiane als gerade Linien und die Parallele als concentrische Kreise aus dem Pol beschrieben, nach den Sinussen ihres Abstandes vom Pol. Wird endlich ein Punct des Aequators in der Mitte angenommen, so werden die Meridiane Ellipsen, die Parallele aber gerade Linien, nach den Sinussen ihrer Entfernung vom Mittelpunct gezogen. Letzterer ist z. B. der Entwurf der Mondkugel für die mittlere Libration. Bey der stereographischen Projection gedenkt man sich die Erdkugel als durchsichtig, nimmt den Augenpunct auf der Erdoberfläche im Nadir des Orts an, der auf der Mitte der zu entwerfenden Halbkugel liegt, und stellt durch den Mittelpunct der Kugel eine senkrecht gegen

im Pol, unter ihren gehörigen Winkeln durchschneiden, und nur die Parallele des Aequators als Kreise erscheinen; es findet sich aber dabey die Unbequemlichkeit, daß alle Rhombi oder Windlinien, nach welchen der Schiffer fortsegeln muß, auf dergleichen Charten eben so wie auf der Erdkugel oder dem Globo selbst, sich als besonders spiralförmig gekrümmte Linien ergeben, welche für den Seefahrer schwer zu bestimmen sind.

---

das Auge stehende durchsichtige Tafel. Werden alsdann Linien vom Augenpunct innerhalb der Kugel nach der jenseitigen Halbkugel gezogen, so bilden selbige da, wo sie durch die Ebene jener Tafel gehen, alle Puncte dieser Halbkugel auf dieser Tafel stereographisch ab. Die Meridiane und die Parallelkreise des Aequators erscheinen sämmtlich als Kreisbogen und liegen vom Mittelpunct des Entwurfs aus, nach den Tangenten ihrer halben Winkel Entfernung vom Mittelpunct, welches die beste Entwerfungsmethode abgiebt. Dies ist alsdann eine stereographische Horizontal-Projection (s. meine allgemeine auf den Berliner Horizont entworfene Weltcharte in zwey Hemisphären und deren Beschreibung und Gebrauch, 8. Berlin 1783). Wird der Augenpunct in den Polen angenommen, so werden die Meridiane gerade Linien und die Parallele des Aequators concentrische nach den Tangenten der halben Winkel vom Mittelpunct aus gezogene Kreise, die vom Aequator begränzt werden. Liegt endlich der Augenpunct im Aequator, so werden sowol die Meridiane als Parallele, Kreise nach erwähntem Verhältniß gezogen. Die 147ste Fig. stellt diesemnach stereographisch einen Theil der nördlichen Halbkugel der Erde vor, wenn das Auge im Südpol steht. S. über den Entwurf geographischer Charten: Hofrath Mayers Unterricht zur praktischen Geometrie, 4ter Theil, 8. Erlangen 1794; Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, 3ter Theil, Seite 105—199, und meine Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, 8. Berl. 1803, Seite 311—326.

§. 816. Es sey Fig. 147. P der Nordpol; AMB der Aequator, so sind alle von demselben nach dem Pol gezogene Linien, Meridiane, und die aus P beschriebenen Kreise die Parallelen des Aequators. Will nun der Schiffer z. B. von C, aus einem Punct des Aequators, nach Nordosten steuern, so muß der Lauf seines Schiffs mit allen Meridianen, oder mit der Linie, welche nach bekannter Abweichung der Compaß-Nadel, den wahren Norden zeigt, also mit dem wahren Meridian zusammenfällt, beständig einen Winkel von 45° machen. Kommt er nun in G so hat jene Meridianlinie keine parallele Stellung mehr mit derjenigen, welche sie in C hatte, sondern zeigt in G nach GNP hinaus den Nordpol an, und dies ist der Meridian für G. Setzt das Schiff seine Reise nach Nordosten fort, so kömmt es von G aus nach H. Hier muß die wahre Mittagslinie des Compasses die Lage HP nach Norden annehmen, um den Winkel des Weges vom Schiff mit dem Meridian PGH = PHJ = 45° anzugeben, und eben so geht es in J rc., wenn das Schiff beständig nach Nordosten fortsegelt. Hieraus entsteht eine besondere krumme Linie CGHJP von einer spiralförmigen Wendung, die mit der Annäherung gegen den Pol im Umfange kleiner wird. Die Figur zeigt noch die Gestalt zweyer solcher Windlinien, nemlich für den Strich Nord-Nordost CNP und Ost-Nordost CSVP, beyde eben so wie die vorige für Nordost, vom Aequator in C an gerechnet. Dergleichen krumme Linien heißen in der Schiffahrt loxodromische Linien und sie finden statt, so bald ein

Schiff mit allen Meridianen, durch die es hinsegelt, einen spitzen und unveränderlichen Winkel macht, und folglich seine geographische Länge und Breite beständig verändert. Je näher dieser Windwinkel einem rechten oder dem 90sten Grad kömmt, um desto größer wird der Umfang der loxodromischen Linien, und das Schiff wird auf denselben nach immer mehrern Wendungen oder Umschiffungen aller Meridiane der Erdkugel, erst nach und nach zum Pol geführt.

§. 817. Dies letztere läßt sich schon aus der 147sten Fig. erkennen. Die loxodromische Linie CNP, welche den Schiffer von C nach Nord Nordost führt, macht mit allen Meridianen CP, NP einen Winkel von $22\frac{1}{2}°$, die zweyte CGJP nach Nordosten 45°, und die dritte CSVP nach Ost Nordosten $67\frac{1}{2}°$, letztere hat aber einen viel größern Umfang als erstere. Auf einigen der ältern künstlichen Erdkugeln sind diese loxodromischen Linien für die 16 oder 32 Abtheilungen der Schiffsrose aus verschiedenen Puncten des Oceans verzeichnet, auf welcher sich ihre Wendungen, die blos in der kugelähnlichen Gestalt der Erde, und in der Bedingung, daß alle Meridiane von denselben unter einerley Winkel durchschnitten werden müssen, ihren Grund haben, sehr leicht übersehen lassen *). Diese

*) Man hat auch Tafeln berechnet, welche z. B. von 5 zu 5 Meilen die Veränderung der geogr. Länge und Breite, auf jeden Compaßstrich angeben. Wenn man nun alle diese Puncte auf Globen oder Welt-Charten anmerkt und durch Striche zusammenzieht, so ergeben sich die loxodromischen Linien. Dergleichen Tafeln stehen unter andern in Blacks Sinustafeln.

loxodromischen Linien werden unterdessen größte Kreise der Erdkugel, und verlieren ihre Benennung und Bedeutung, sobald ein Schiff entweder beständig unter einem und demselben Meridian, folglich gerade gegen Süden oder Norden, oder unterm Aequator; hingegen kleinere Kreise, wenn es beständig unter irgend einem Parallelkreis des Aequators segelt. In den beyden letztern Fällen ginge der Schiffscours gerade gegen Osten oder Westen, ohne Veränderung der geogr. Breite, und im erstern Fall gerade gegen Norden oder Süden ohne Veränderung der geogr. Länge. Und nur auf diesen Fahrten, wenn überall der Ocean frey wäre, würde der Seefahrer nach einer einmaligen Umschiffung der Erdkugel oder ihrer sämtlichen Meridiane und Parallele wieder gerade den Ort seiner Abreise, und längs dem Aequator oder irgend einem Meridian, zugleich auf dem kürzesten Wege, das heißt, nach einem größten Kreise der Erdkugel, erreichen. Alle übrigen loxodromischen Linien aber führen den Schiffer durch alle Meridiane der Erdkugel herum auf Umwegen, und niemals wieder in den Hafen der Aussegelung zurück.

§. 818. Der Seefahrer würde nun sehr verlegen seyn, wenn er auf dergleichen Seecharten, worauf diese loxodromischen oder Windlinien gekrümmt erscheinen, den zurückgelegten, oder noch zu nehmenden Weg seines Schiffes verzeichnen sollte. Wie würde er z. B. den Compaßstrich finden, der ihn von G nach S führt, oder, mit welchen Schwierigkeiten wäre wenigstens nicht die Entwerfung desselben verbunden? Ueberdem

kann der Schiffer nie unter einem und demselben Strich sehr große Reisen machen, sondern ist wegen der Küsten des festen Landes, der Inseln und Klippen, Untiefen, Sandbänke, widrigen Winden, Meeresströmen 2c. genöthigt, die Richtung seiner Schiffsroute inzwischen oft zu ändern, und hiernach wird die Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den See-Charten, noch mehr erschwert. Gesetzt noch, AMB sey ein Parallelkreis des Aequators, und ein weit entlegenes Object, etwa ein sehr hoher Küsten-Berg n erscheine von C aus gerade im Osten, ein anderer R im Nordosten, so wird der Schiffer, wenn er nach dem ersten, beständig unterm West- und nach dem andern unterm Südwestwinde zu kommen glaubt, dem einen oder andern nordwärts vorbeysegeln, wie die Figur zeigt, welches eine Folge der in allen Meridianen nicht unter sich parallel bleibenden Stellung der Magnetnadel, und der daher entstehenden Krümmung der loxodromischen Linien ist. Der Schiffer müßte also, um von C nach R oder von C nach n zu kommen, einen südöstlichern Strich als nach Nordost oder nach Osten halten; welchen er aber eigentlich zu befolgen habe, würde bey dieser Constructionsart der Seecharten schwer zu bestimmen seyn. Segelt aber der Schiffer längs dem Aequator oder einem Meridian, so wird er im Osten oder Westen, Süden oder Norden erscheinende, entlegene hohe Küsten oder Vorgebirge, unter den Windstrichen West oder Ost, Nord oder Süd erreichen.

§. 819. Man hat daher auf Mittel denken müssen, dem Seefahrer Charten in die Hände zu liefern, auf

welchen alle loxodromische Linien als gerade Linien vorgestellt werden können. Bey deren Entwerfung mußte man nothwendig alle Meridiane als unter sich parallel fortlaufend und folglich die Grade der Länge in allen Parallelkreisen mit den Graden des Aequators von gleicher scheinbarer Größe verzeichnen; da doch erstere auf der Erdkugel, gegen die Pole hin, wirklich immer kleiner werden, indem die Grade des Meridians durchaus gleich groß bleiben *). Man mußte deswegen jenen Graden der Länge auf diesen Charten in dem Verhältniß ihrer Abnahme gegen die Pole einen geringern Werth geben, welches sich durch einen Maaßstab, dessen Theile sich dorthin um eben so viel vergrößern, bewerkstelligen ließ. Dies gab die Veranlassung zur Erfindung der in der Schiffahrt ungemein brauchbaren, sogenannten reducirten Charten. Mercator gab zuerst im Jahr 1550 eine dergleichen Seecharte heraus, allein Wright machte die Theorie der Entwerfungsart derselben bekannt. Man läßt auf diesen Seecharten, die Grade des Meridians oder der Breite, in gleichem Verhältnisse gegen die Pole zunehmen, als die Grade der Länge in einem jeden Parallelkreise abnehmen **). Nun richtet sich diese Abnahme nach dem Cosinus der Breite, (S.

*) Die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet, welches man bey der Schiffahrt, ohne merklichen Fehler, vorauszusetzen pflegt.

**) Daher nennt man dergleichen Entwürfe, Charten mit wachsenden Graden.

308.) daher muß die Vergrößerung der Grade des Meridians dorthin nach der Secante der Breite vor sich gehen. Denn die Trigonometrie lehrt, daß der Cosinus eines Winkels mit der Secante desselben im umgekehrten Verhältnisse stehe, das heißt, daß der Cosinus bey zunehmenden Winkeln gegen den Radius um so vielmal kleiner, als die Secante größer wird, und so im Gegentheil bey abnehmenden Winkeln; oder, der Cosinus verhält sich allemal zum Radius, wie der Radius zur Secante (§. 26. (2)), z. B. Cosinus 60° = $\frac{1}{2}$ Radius und Secante 60° = 2 . Radius, Cosinus von 70° 31′ 44″ = $\frac{1}{3}$. Radius und Secante von 70° 31′ 44″ = 3 . Radius.

§. 820. Die Grade des Meridians und ihre Minuten wachsen also auf den reducirten Seecharten vom Aequator an bis zu den Polen, nach den Secanten nach und nach fort. Sucht man also den Abstand des Meridianpuncts vom Aequator, durch welchen z. B. der Parallelkreis für den 30sten Grad = 1800 Min. der Breite geht, so nimmt man aus den trigonometrischen Tafeln die Summe aller Secanten von jeder einzelnen Minute von 1 bis 1800. Demnach 1′ . Sec. 1′ + 1′ . Sec. 2′ + 1′ . Sec. 3′ + 1′ . Sec. 4′ . . . . + 1′ . Sec. 1800′ = 1888′, 4. Folgende Tafel zeigt für den Entwurf der reducirten Charten, als ein Muster, von 5 zu 5 Grad oder von 300 zu 300 Min. der geograph. Breite, den Abstand der Parallelkreise vom Aequator in Minuten des auf der Charte gewählten Maaßes der geographischen Länge.

Grad.	Min.	Untersch.	Grad.	Min.	Untersch.
0	0		45	3030,0	407,3
5	300,4	300,4	50	3474,5	444,5
10	603,1	302,7	55	3968,0	493,5
15	910,5	307,4	60	4527,4	559,4
20	1225,1	314,6	65	5178,8	651,4
25	1550,0	324,9	70	5966,0	787,2
30	1888,4	338,4	75	6970,3	1004,3
35	2244,3	355,9	80	8375,3	1405,0
40	2622,7	378,4	85	10764,7	2389,4

Hätten nun auf der Charte z. B. 5 Grad = 300′ der Länge im Aequator oder den Parallelkreisen 100 Theile eines gewissen Maaßstabes, so müßte der durch den 30sten Grad der Breite gehende Parallelkreis nach dem Satz: 300′ : 100 = 1888′,4 : 629,47 vom Aequator 629,47 solcher Theile gezogen werden, und so mit allen übrigen. Die in der Tafel angesetzten Unterschiede geben deutlich das Wachsthum der Grade der Breite auf dieser Charte gegen die Pole zu erkennen, und zugleich den Abstand dieser Parallelen von einander.

§. 821. Wenn demnach auf diesen reducirten Seecharten die Grade der Länge überall gleich groß bleiben; die Grade der Breite aber vom Aequator zu den Polen, zwischen jedem Parallelkreise genau um so vielmal größer werden, als die Grade der Länge auf der Erdkugel abnehmen, so folgt, daß sich unter beyden, nach einem Maaßstab oder Meridian gemessen, dessen Abtheilungen oder Grade sich eben so vergrößern, allemal das richtige Verhältniß wie auf der Erdkugel, finden müsse.

In der Nähe der Pole werden unterdessen die Grade ungeheuer groß und bis zu den Polen selbst kann eine solche See-Charte nicht gehen, indem die Secante von 90 Grad unendlich ist. Eine Folge von dieser Vergrößerung der Grade der Länge und Breite auf den reducirten Charten ist, daß die Länder, Inseln, Meere rc. auf denselben immer mehr ausgedehnt erscheinen, je näher sie den Polen liegen; unterdessen behalten auch diese Gegenden, nach der ihrer Breite zugehörigen Größe eines Grades vom Meridian gemessen, gegen alle übrigen das richtige Verhältniß. Da ferner hiebey die Meridiane und Parallelkreise der Erde sämtlich, als unter sich parallel gehende gerade Linien vorkommen, so ist es sehr begreiflich, daß ein jeder Compaßstrich auf diesen Charten alle Meridiane unter einem ihm zukommenden Winkel durchschneidet, und daß sich folglich alle loxodromische Linien geradelinigt darstellen müssen. Die 148ste Figur bildet im Kleinen eine richtig entworfene reducirte Seecharte ab *), auf welcher AB der Aequator und EP der erste Meridian ist. Es segele ein Schiff von T, unterm 27° der Länge und 14° nördlicher Breite, nach R unterm 344° der Länge und 46° nördlicher Breite, so durchschneiden die loxodromischen oder Windlinien der Schiffsrose, davon nur die 16 vornehmsten von beyden Puncten aus gezogen worden, alle Meridiane unter ihren zugehörigen Winkeln, und gleichnamige sowol, als

*) Die, dem 3ten Bande der Encyclopädie des Hrn. Prof. Klügel beygefügte Weltcharte, habe ich nach dieser Manier entworfen.

entgegenstehende liegen mit einander parallel. Z. B. die nach Norden gehende Tn mit Rn; nach Nord Nordwest Tq mit Rp; nach Nordwest Tr mit Ru u. s. f., woraus folgt, daß der Weg des Schiffs von T nach R, als eine gerade Linie auf der Charte sich verzeichnen läßt, und daß der Schiffer von jedem Punct der Charte aus leicht finden kann, unter welchem Winde er fortsegeln muß, um diese oder jene Bucht, Küste, Insel rc. zu erreichen.

Vom Gebrauch der reducirten Seecharten, zur Erfindung des Weges von einem Schiff.

§. 822.

Auf den mehresten, nach der Constructionsart Figur 148. entworfenen Seecharten, läßt man die Parallele und Meridiane weg, und zieht nur aus einigen, willkührlich angenommenen Puncten die 32 Windstriche des Compasses, damit der Seefahrer den zu folgenden Wind finden könne, wenn er sucht, welcher Windstrich der einen oder andern dieser gezeichneten Schiffsrose, mit einer von dem Ort seines Aufenthalts zum Ort der Bestimmung gehenden Linie parallel liegt. Allein dergleichen Seecharten werden so sehr mit sich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und zu nehmenden Weges von einem Schiff auf denselben dadurch erschwert wird. Besser ist es demnach, statt dieser Windstriche die Parallele des Aequators und die Meridiane selbst zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg seines Schiffs, mit Zirkel und Lineal, imgleichen einer auf

Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsrose, durch deren Mittelpunct ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet. Der Seeatlas der hiesigen Königl. Akademie d. W. vom Jahr 1749, welcher aus einer allgemeinen und zwölf Specialcharten besteht, ist auf diese Art eingerichtet. Ich will, zur Auflösung der hierbey vorkommenden Aufgaben, folgende Beyspiele nach der 149sten Figur hersetzen. Es sey A der Ort der Abreise eines Schiffs unterm 357° der Länge und $40\frac{1}{2}$° nördlicher Breite; dieses Schiff segele 80 Französische Seemeilen (20 auf einen Grad des Aequators oder des Meridians gerechnet) nach dem Windstrich Nordosten, und dann wieder 100 solcher Meilen unterm Ost-Nordostwinde fort *). Die Frage ist, wie der Weg vom Schiff auf der Charte zu verzeichnen, und die Veränderung der geographischen Länge und Breite desselben zu finden ist.

§. 823. Da der Punct der Abfahrt A nach Länge und Breite bekannt ist, so kann er auf der Charte bemerkt werden. Der Seefahrer legt hierauf an demselben den Mittelpunct der auf Pappe gezogenen Schiffsrose, so, daß deren Linie von Süden nach Norden genau mit der Lage eines Meridians der Charte übereinkömmt; spannt alsdann den Faden über den Windstrich Nordost, und nimmt mit einem Zirkel 80 Meilen = 4° des Meridians, deren Weite sich in der Gegend der Breite, unter

*) Diese 100 und jene 80 Meilen nennt man die Segelweite.

unter welcher das Schiff segelt (demnach hier zwischen 40 und 44°), bis auf einen geringen Unterschied ergiebt, trägt solche von A aus längs den ausgespannten Faden, so findet sich der Punct B, als der Ort der Ankunft des Schiffs, unterm ersten Grad der Länge und $43\frac{1}{3}$° der Breite, so, daß es auf dieser ersten Route seine Länge um 361° — 357° = 4° = AE und seine Breite um $43\frac{1}{3}$° — $40\frac{1}{2}$ = $2\frac{5}{6}$° = EB verändert hat. Legt man ferner an B den Mittelpunct der Rose und spannt den Faden über den Rumb Ost-Nordost, nimmt von B aus an demselben die Weite von 100 Meilen = 5° des Meridians, so bemerkt der Punct C den Ort, wo sich das Schiff alsdann befindet; er liegt unterm $7\frac{2}{3}$° der Länge und $45\frac{1}{3}$° der Breite, so, daß es auf dieser zweyten Route, also von B an, seine Länge um $6\frac{2}{3}$ = BR, und seine Breite um 2° = RC verändert hat. Von A bis C ist es demnach um $10\frac{2}{3}$° gegen Osten = AS und um $4\frac{5}{6}$° = SC gegen Norden gesegelt.

§. 824. Dergleichen Aufgaben lassen sich noch auf verschiedene Art abändern, nachdem dem Seefahrer das eine oder das andere Stück in den ebenen Dreyecken ABE und BCR bekannt ist. Als z. B. in dem erstern: 1) Aus dem Rumb in A und der Breite von B die Schiffsroute oder Segelweite AB zu finden? Man stellt die Rose in A und zieht den Faden über Nordost bis zum $43\frac{1}{3}$° der Breite, diese trifft in B zu, und so giebt BA am Meridian gemessen, das gesuchte. 2) Aus AB und der Breite in B den Rumb in A und die geographische Länge von

B zu finden? Man nehme mit dem Zirkel die Weite von AB = 4°, und indem der eine Fuß in A, und der andere bis in einen unterm 43⅓° der Breite liegenden Punct gesetzt worden, wird er B unterm 1sten Grad der Länge bezeichnen, und nach der Schiffsrose ergiebt sichs, daß eine Linie von A nach B gegen Nordosten gehe. 3) Aus der Länge und Breite von B die Segelweite AB und den Rumb in A zu finden? Man braucht hiebey nur die Rose in A richtig zu stellen; hierauf den Faden bis in B zu ziehen, so findet sich AB = 80 Meilen = 4° des Meridians, und der Faden bezeichnet zugleich den Rumb Nordost. 4) Aus dem Rumb in A und der Länge in B, die Segelweite AB und die Breite von B zu finden? Wenn man die Rose in A setzt, den Faden über Nordosten zieht, und Achtung giebt, wo derselbe den ersten Grad der Länge berührt, so wird dies im Punct B geschehen. Dieser ist von A 4° = 80 Meilen entfernt, und die Charte zeigt dessen Breite 43⅓° an. 5) Aus der Segelweite AB und der Länge in B den Rumb in A und die Breite von B zu finden? Nachdem man mit einem Zirkel die Weite von 4° = 80 Meilen genommen, setze man den einen Fuß desselben in A, und suche mit dem andern den ersten Grad der Länge, so trifft dieser in B, dessen gesuchte Breite 43⅓° ist; wird hierauf die Rose in A gestellt, so weiset der nach B aufgespannte Faden den Rumb Nordost an *).

*) Da besonders die Aufgabe im 823sten §. bey der Schifffahrt häufig vorkömmt, so hat man für die Seefahrer sogenannte

§. 825. Bey diesen mechanischen Operationen (welche der Schiffer Besteckfetzen nennt), die freylich keine geometrische Genauigkeit zulassen, aber doch zur Erfindung und Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den Seecharten, zumal wenn diese nach einem großen Maaßstab entworfen, hinreichend sind, wird vorausgesetzt: der Seefahrer schätze nicht allein den Lauf und die Geschwindigkeit seines Schiffs nach dem, was die Logleine angiebt, imgleichen den Strich des Windes, unter welchem er fortsegelt, nach dem Compaß; sondern es sey ihm auch die Abdrifft, so wie die Abweichung der Magnetnadel in den Gegenden, die er durchschifft, bekannt. Wenn dies nicht gehörig mit in Rechnung gebracht worden, so werden die Seecharten den Ort der Ankunft des Schiffs nicht mit der erforderlichen Richtigkeit anzeigen können. Der Seefahrer ist daher genöthigt, so oft es geschehen kann, sich beym Himmel Raths zu erholen, das heißt, die geographische Länge und Breite, unter welcher er sich befindet, durch astronomische Beobachtungen zu suchen, wozu nachher die nähern Anweisungen vorkommen. Diese Vorsicht ist auch bey der vermeintlich richtigsten Schätzung des zurückgelegten Weges und des Windstriches zu empfehlen, um die Schiffsrechnung mit den astronomischen Beobachtungen vergleichen und die Schifffahrt desto sicherer fortsetzen zu können.

Strichtafeln berechnet, welche für alle Compaßstriche und Seegelweiten von 1 bis 100 Meilen den Längen- und Breitenunterschied in Meilen angeben.

Von der Ebbe und Fluth.

§. 826.

Das Meer hat, außer der oben angezeigten Bewegung und der, welche die Stürme verursachen, noch eine tägliche und periodische, die unter dem Namen der Ebbe und Fluth bekannt ist. Es steigt nemlich alle Tage zweymal gegen die hohen Küsten der Länder an, oder überschwemmt die niedrigen Ufer derselben; eben so tritt es in die Mündungen der Häfen und in den Flüssen eine mehr oder mindere Strecke hinauf. Zweymal zieht sich im Gegentheil das Meer täglich wieder zurück, und eine jegliche Abwechselung desselben in seiner Höhe dauert etwa 6 Stunden. Das Wasser steigt ohngefähr 6 Stunden, und dies heißt die Fluth; nachdem es zu seinem höchsten Stande gekommen, bleibt es kaum eine halbe Viertelstunde stehen, und fließt alsdann fast eben so lange wieder ab, welches die Ebbe heißt. Nach dem niedrigsten Stande desselben folgt hierauf eine zweyte Fluth ꝛc. Eine jede dieser Meeresveränderungen dauert unterdessen etwas länger als 6 Stunden, und nach 24 Stunden verspätigt sich der höchste und niedrigste Stand des Wassers allemal um etwa 50 Minuten, und daher wird der Seefahrer, wenn ihm die heutige Fluth und Ebbe eines Hafens bekannt ist, im voraus wissen, um welche Zeit er Morgen mit der Fluth bey einem günstigen Winde einlaufen kann.

§. 827. Demnach treffen Ebbe und Fluth für einen gewissen Ort nicht alle Tage in gleichen Stunden ein, woraus sich schon folgern läßt, daß selbige nicht

blos vom Lauf der Sonne abhängen müssen, vielmehr giebt ihre tägliche Verspätigung von etwa 50 Minuten augenscheinlich zu erkennen, daß vornemlich der Mond die Ursache derselben sey, weil derselbe nach 24 Stunden gerade um etwa 50 Minuten später den Meridian erreicht *). Nach 15 Tagen fallen die Fluthen um 12 Stunden später, und nach Verlauf von 29 Tagen, als dem synodischen Umlauf des Mondes, wieder in gleichen Stunden des Tages ein, und nach diesem letztern Zeitverfluß hat der Mond gegen die Sonne wieder eine und dieselbe Stellung, woraus sich deutlich ergiebt, daß die vereinigte Wirkung von Sonne und Mond auf die Gewässer der Erde diese Meeresveränderungen hervorbringen müssen, welches noch mehr die nähern Erscheinungen bey denselben bestätigen, als daß in einem jeden Monat um die Zeit des Voll- und Neumondes, auch wenn der Mond in seiner Erdnähe ist, das Wasser höher als gewöhnlich steigt, und daß die stärksten Fluthen eintreffen, wenn um die Zeit der

*) Es haben verschiedene Naturforscher geläugnet, daß die Wirkung des Mondes diese Meeresveränderung hervorbringe, und andere Ursachen derselben aufzustellen gesucht. Allein wenn man unter andern nur bedenkt, daß schon Kepler vor mehr als 180 Jahren, zufolge der ihm bekannten genauen Uebereinstimmung des Mondlaufs mit den Erscheinungen der Ebbe und Fluth, die Anziehung dieses Erdtrabanten als die wirkende Ursache derselben erklärte, und daß dieses Zusammentreffen nach einem so langen Zeitraume, innerhalb welchen der Mond mehr als 2200mal seinen synodischen Umlauf vollendet hat, noch gegenwärtig die Erfahrung bestätigt, so ist die Sache außer allem Zweifel gesetzt, und bedarf keines fernern Beweises.

Aequinoctien, im März und September, der Mond mit der Sonne in ☌ oder ☍ steht, oder Neu- und Vollmond ist *).

§. 828. Die Ebbe und Fluth ist folglich hiernach aus der Wirkung der allgemeinen Schwere oder Anziehungskraft der Weltkörper zu erklären. Wenn Sonne und Mond zusammen oder einander entgegen über dem Ocean stehen, so werden sie, da erstere sehr groß, und letzterer uns sehr nahe ist, vermöge ihrer Anziehungskraft, wie Kepler und Newton zuerst dargethan, das senkrecht unter ihnen befindliche Wasser etwas erheben, weil die flüßigen Theile dieses Elements nicht so fest als das Land zusammenhängen und daher diesem Zuge nicht so stark widerstehen. Bey dieser Erhebung schwillt aber das Wasser nicht wirklich auf, wird lockerer, oder erhält etwa mehr Masse, sondern es wird nur von andern Oertern der See durch die gemeinschaftliche Anziehung des Mondes und der Sonne hieher geführt, und durch diesen Zufluß stärker als sonst irgendwo auf der dem Mond zugewendeten oder gerade von ihm weggekehrten Halbkugel angehäuft, folglich muß es inzwischen in andern Gegenden niedriger werden oder abfließen. Da sich nun die Erdkugel von Westen gegen Osten umwälzt, so wird dieses senkrecht unter dem Mond und der Sonne erhöhete Wasser nach der entge-

*) Z. B. zu Brest wird die mittlere Höhe der Fluth im ersten oder letzten Mondviertel $12\frac{1}{3}$, im neuen oder vollen Mond $17\frac{1}{4}$, wenn der Mond in den Syzygien zugleich in seiner Erdnähe $19\frac{1}{2}$, und wenn er alsdann in der Erdferne ist, nur $14\frac{1}{2}$ Fuß beobachtet.

genstehenden Richtung fortgeführt, und daher herrscht auf dem Meer eine schwankende Bewegung des Wassers, weil nemlich, wenn es in einer Gegend hoch steht, in einer andern niedriger werden muß, so, daß dieser Ab- und Zufluß mit einander im Gleichgewicht bleiben. Wenn Mond und Sonne an unserm Firmament nicht beysammen oder einander gerade entgegen stehen, so verursacht die anziehende Kraft eines jeden dieser Körper für sich eine größere oder geringere Erhebung des Wassers, an den Oertern, worüber er senkrecht weggeht.

§. 829. Da der Mond, wegen seiner Nähe bey uns; den größten Antheil an der Ebbe und Fluth hat, so kann man sich denselben Anfangs als den einzigen hiebey wirkenden Körper vorstellen. Demnach sey Fig. 150 E der Mittelpunct der Erde; A und B zwey entgegenstehende Punkte ihrer Oberfläche, die man sich hiebey als überall mit Wasser umflossen vorstellen kann. Ueber dem Punct A stehe senkrecht der Mond in m, so ist A dem Monde am nächsten, und B von demselben am entlegensten. Das Wasser bey A wird daher mit einer größern Gewalt als der Mittelpunct der Erde E, und dieser hinwieder stärker, als das Wasser um B vom Mond angezogen, oder die Schwere der Puncte A, E und B gegen den Mond, nimt mit ihrer weitern Entfernung von m etwas ab, das heißt, sie haben ein immer geringeres Bestreben, sich dem Mond zu nähern. Wenn sich nun das Wasser in A gegen den Mond erhebt, oder über die Oberfläche der Erde um die Weite Aa steigt, so läßt sich beurtheilen, daß es zu gleicher Zeit in B, als einem dem Monde gerade entgegenge-

setzten Punct, sich vom Mittelpunct der Erde gleichfalls entfernen, oder um den Raum B b über die Erdoberfläche erheben muß, denn weil dieser Punct schwächer als E vom Monde angezogen wird, so bleibt das daselbst befindliche Wasser in Ansehung des Mondes gleichsam zurück, oder erhält eine geringere Schwere gegen den Mittelpunct der Erde, wodurch es nothwendig sich von demselben mehr entfernt, also steigt. Hingegen wird das Wasser etwa 6 Stunden vom Meridian, worin der Mond steht, oder um D und C, von welchen Gegenden es nach A und B hingeströmt, mittlerweile bis in d und c gefallen seyn, so, daß hier das niedrigste Wasser ist, wenn es in A und B sich am meisten angehäuft hat, wobey folglich die Wasserkugel der Erde die (freylich äußerst geringe) ellipsenähnliche Gestalt a c d b angenommen, denn man hat berechnet, daß die vom Mond allein bewirkte Erhebung des Wassers unterm Aequator oder A a = B b aufs höchste nur 6 Fuß betrage.

§. 830. Da sich die Erde nach der Richtung A C B D oder von Westen gegen Osten um ihre Axe wälzt, so wird das höchste Wasser nach und nach von Osten gegen Westen unterm Mond fortgeführt. Bliebe nun der Mond beständig in m, so würden die Meeresveränderungen allemal nach 24 Stunden wieder eintreffen, so aber rückt der Mond mittlerweile von der Sonne um 12 bis 14 Grad am Himmel von Westen gegen Osten in seiner Bahn fort, und gesetzt, er stehe am folgenden Tage zu einer gleichen Stunde in n, so hat der Ort A alsdann ohngefehr 50 Minuten später Fluth, weil die

Erde sich noch um den Raum Ar um ihre Axe mehr als die tägliche Umwälzung beträgt, drehen muß, bis A wieder den Mond senkrecht über sich hat, und so geht es an allen folgenden Tagen, bis die Fluth nach Verlauf eines ganzen synodischen Monats sich wieder zu eben der Tagesstunde einstellt. In den Gegenden des Oceans, die gerade unter den Mond kommen können, treffen die Fluthen zur Zeit des neuen und vollen Mondes um die Mittags- und Mitternachtsstunde, und zur Zeit der Viertel um die sechste Abend- und Morgenstunde ein, weil der Mond in diesen Stellungen gegen die Sonne um diese Tageszeiten im Meridian erscheint. Eigentlich stellt sich aber das höchste Wasser nicht allemal genau senkrecht unterm Mond ein, sondern da es durch die Wirkung desselben sich daselbst wegen des von andern Oertern herzufließenden erhebt, und hiemit eine gewisse Zeit verfließt, so trifft das höchste Wasser erst einige Zeit nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian oder Scheitelpunct der Oerter A und B ein.

§. 831. Die Wirkung der Sonne auf die Gewässer des Erdbodens ist beträchtlich geringer, als die der 400 mal nähere Mond verursacht. Sie hängt von der Entfernung, Dichtigkeit und Größe der Sonne ab. Newton und andere Geometer berechneten diese Wirkung auf 23 Zoll, in vertikaler Richtung gegen die Sonne; Euler und d'Alembert fanden 9 Zoll für die tangentielle Anziehung des Gewässers, oder daß das Wasser sich 90° von der Sonne horizontal gegen dieselbe bewege. Simpson nahm beyde Kräfte zusammen, und brachte hiernach 15 Zoll für die durch die Sonne allein

bewirkte größte Höhe der Fluth heraus. Wenn also der Mond nicht da wäre, so würde schon die Sonne für sich eine wiewol $\frac{72 \text{ Zoll}}{15 \text{ Zoll}}$ = fast 5mal geringere Fluth auf den Oceanen der Erde verursachen. Nun aber erhöhen sowol die Sonne als der Mond senkrecht unter ihnen, und erniedrigen 6 Stunden davon die Gewässer, und die Größe der dadurch bewirkten Fluth ist nach ihrem jedesmaligen scheinbaren Stande gegen einander zu beurtheilen, woraus sich leicht abnehmen läßt, daß, wenn beyde nach einer Gegend gemeinschaftlich wirken, der Zufluß des Wassers um so viel größer seyn müsse, wodurch die stärkern Fluthen im neuen und vollen Monde ꝛc. zu erklären sind. Diese müßten hiernach alsdann, da die von Sonne und Mond bewirkten größern Axen b a zusammen fallen, 6 Fuß + 15 Zoll; in dem ersten und letzten Mondviertel aber, da jene Axen unter einem rechten Winkel stehen, nur 6 Fuß — 15 Zoll = 4 Fuß 9 Zoll austragen. Ueberhaupt lassen sich die Beobachtungen über die Fluth des Oceans, so wie solche bey Inseln im offenen Weltmeer angestellt werden können, mit der so eben kürzlich vorgetragenen Theorie vereinigen, es würde aber alles noch besser mit derselben stimmen, wenn, wie in Fig. 150 vorausgesetzt wird, die Erde überall mit Wasser bedeckt wäre, und das feste Land, die Inseln ꝛc. nach ihren verschiedenen Lagen, ingleichen die Seeströme, die Winde ꝛc. nicht den gleichförmigen Zufluß des Wassers nach der Gegend unter dem Mond oder der Sonne, mehr oder weniger verhinderten oder änderten.

§. 832. Auf solchen Meeren, worüber 1) die Sonne oder der Mond niemals senkrecht zu stehen kommen, folglich die außerhalb den Wendekreisen, und wegen des Monds bis auf 5½ Grad davon entfernt liegen, oder die 2) wenig Ausdehnung haben, rund umher von Land eingeschlossen sind, oder mit dem Ocean nur durch schmale Meerengen Gemeinschaft haben, wird die Ebbe und Fluth entweder gar nicht, oder doch nur schwach bemerkt. Denn da Sonne und Mond eigentlich nur unter dem heißen Erdgürtel, oder zwischen den Wendekreisen das Wasser des Oceans durch ihre Anziehung erheben, so wird die Ebbe und Fluth immer geringer, je näher man den Polen kommt, in deren Gegenden das Wasser allemal seinen niedrigsten Stand hat. Im mittelländischen Meer ist z. B. diese Meeresveränderung nur an einigen Küsten und innerhalb den Meerbusen zu spüren, davon die Ursache in der Meerenge von Gibraltar zu suchen ist, die dieses große Meer nur durch eine schmale Oeffnung mit dem West-Ocean verbindet. Das baltische Meer hat aus eben den Gründen, und weil es überdem weiter gegen Norden liegt, fast gar keine Ebbe und Fluth. In der Caspischen See ist wegen ihrer Lage mitten im Lande und auch außerhalb dem Wendekreise des Krebses, so wie besonders ihrer von Osten nach Westen nicht weiten Oberfläche, kaum eine Fluth zu spüren. Uebrigens wird die Größe der Ebbe und Fluth nach der Lage der an den offenen Weltmeeren grenzenden Küsten, der weitern oder engern Mündungen ihrer Häfen,

Busen und Flüssen, sehr verschieden bemerkt, worüber sich keine allgemeine Regeln geben lassen, und die nur durch die Erfahrung herausgebracht werden können. Z. B. an den südlichen Küsten von Bretagne steigt das Wasser zur Zeit der Fluth 17 bis 18 Fuß; hingegen zu St. Malo oft bis zu einer Höhe von 50 Fuß. Dies läßt sich aus der Lage und Gestalt des Canals (la Manche) erklären, welcher gegen Südwesten dem herzufließenden Wasser des Oceans eine weite Oeffnung darbietet, und da es nicht so geschwind zwischen Dover und Calais abfließen kann, sich inzwischen gegen die nördlichen Küsten von Frankreich und die südlichen von England anhäuft. An den Küsten von Portugal steigt das Wasser nur 11 bis 12 Fuß, weil dieselben nach ihrer Lage von Süden nach Norden dasselbe nicht sehr aufhalten. Bey den Inseln im freyen Ocean ist die Höhe der Fluth gewönlich geringer als die Theorie der vereinigten Wirkung von Sonne und Mond angiebt. Z. B. bey vielen Inseln des Südmeers nur 2 oder 3 Fuß, allein man erklärt diese Erscheinung sehr gut daraus, daß dergleichen kleine Inseln das kommende Wasser der Fluth nicht aufhalten können, sondern es sogleich wieder abfließen lassen.

§. 833. Ferner ist nicht allein die Größe, sondern auch die Zeit der eintretenden Fluth nach den unterschiedlichen Lagen oder Vertiefungen der Mündungen der Häfen und Flüsse an den Seeküsten sehr verschieden. Das höchste Wasser trifft in einem jeden Hafen oder Fluß gemeiniglich erst nach der Culmination des Mondes, und zwar mehr oder wenigere Stunden ein.

Diese Verspätigung ist an einem und demselben Ort bis auf einigen von Wind und Wetter und von dem verschiedenen Stande des Mondes gegen die Sonne erregten Unterschied, allemal von gleicher Dauer. Wenn daher die Zeit des Durchganges des Mondes durch den Meridian und diese Verspätigung (welche die Franzosen Etablissement d'un port nennen) bekannt ist, so ergiebt sich die Zeit, da das Wasser seinen höchsten Stand erreicht. Z. B. zu Brest tritt 3 St. 30′ nach der Culmination des Mondes das höchste Wasser ein; steht nun der Mond an einem gewissen Tage um 10 Uhr Vormittags im Meridian, so muß daselbst um 1 Uhr 30′ Nachmittag die höchste Fluth seyn. Eben so lehrt die Erfahrung, daß z. B. die Fluth sich bey der Mündung der Loire 3, zu Nantes 4, bey Rochefort 4½, bey St. Malo 6, beym Ausfluß der Seine und zu Havre de Grace 9; bey Calais 11½, und bey der Mündung der Themse 12 Stunden verspätigt, so, daß im Ocean schon eine neue Fluth angeht, ehe die vorhergehende bis zu dem letztern Ort gelangt ist. Hiernach läßt sich also die Zeit des höchsten Wassers für diese Oerter berechnen *). Auf dem offenen Weltmeer soll das Was-Wasser jedesmal 3 Stunden nach der Culmination des Mondes zu seiner größten Höhe gelangen.

---

*) S. *Traité du Flux et du Reflux de la Mer, d'apres la Théorie et les observations*, in la Lande Astronomie 4ter Theil in 4. Paris 1781, Seite 1 bis 348.

Von den bey der Schiffahrt nöthigen astronomischen Kenntnissen.

§. 834.

Der Seefahrer muß nothwendig eines Theils den durch vorige Schiffsmethoden gefundenen Lauf seines Schiffs durch astronomische Beobachtungen so oft als möglich zu berichtigen suchen, weil auf dem unabsehbaren Ocean so viele bekannte und unbekannte Hindernisse diese Schiffsrechnung, die man eigentlich nur eine Schätzung nennen kann, nicht selten sehr unsicher machen, und andern Theils den unter einem jeden Erdgürtel gegen den Horizont veränderlich erscheinenden Umlauf und Stellungen der Himmelskörper kennen. Es sind ihm daher die ersten Gründe der ebenen und sphärischen Trigonometrie; die Abtheilungen der scheinbaren Himmelskugel, ihre Kreise und merkwürdigsten Puncte; die Gestirne und deren scheinbare Bewegung; der Lauf und Stand der Sonne und Planeten und vornemlich des Mondes; die Aufgaben der sphärischen Astronomie; die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung; kurz alles, wozu die erstern Abschnitte dieses Buchs Anweisung geben, zu wissen nöthig. Verschiedene hiebey vorfallende Berechnungen werden unterdessen dem Seefahrer durch gewisse in den Schriften von der Schiffahrtskunde vorkommende Tafeln, welche den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Morgen- und Abendweite, Stundenwinkel ꝛc. unter allen Polhöhen enthalten, erspart; auch

zeigen die jährlich zu Paris, London *), Berlin ꝛc. herauskommenden Ephemeriden oder astronomischen Jahrbücher den Stand der Sonne und des Mondes für einen jeden Tag, ihre Abweichung, gerade Aufsteigung, Culminationszeit, Verfinsterungen, Zusammenkünfte oder Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond ꝛc. die Erscheinungen der Planeten; Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, Abstände des Mondes von der Sonne oder bekannter Sterne vom Mondrande ꝛc. im voraus an.

§. 835. Die bey der Schiffahrtskunde am öftersten vorkommenden Aufgaben aus der sphärischen Astronomie sind etwa folgende, deren Auflösung bereits im vierten Abschnitt gezeigt wird. Wie die Theile des Aequators in Zeit zu verwandeln, und von der Sonnen- und Sternenzeit von §. 177 bis 185; die Höhe der Sterne, der Sonne ꝛc. §. 187; die Polhöhe aus Höhenbeobachtungen der nahe bey den Polen stehenden Sterne, aus beobachteten gleich großen Meridianhöhen, und aus der Mittagshöhe der Sonne §. 188 und 190; aus bekannter Polhöhe und Abweichung der Sonne den Unterschied ihrer geraden und schiefen Aufsteigung und hieraus die Länge des Tages, oder den Auf- und Untergang der Sonne §. 193. 194. auch eben so beydes für einen Stern; die Morgen- und Abendweite

*) Dies ist ein eigentlicher Schiffskalender: *Nautical Almanac.*

und das Azimuth der Sonne oder eines Sterns §. 195. 198; die Mittagshöhe der Sonne oder ihre Höhe über dem Horizont zu einer jeden gegebenen Zeit §. 196; die Zeit der Culmination und des Auf- und Unterganges eines Sterns §. 202. 203; die Stunde des Tages aus Sonnen- und der Nacht aus Sternenhöhen §. 197. 204. u. 205. zu finden. Die Methode der correspondirenden Höhen, zur Erfindung der wahren Zeit §. 207—211 *).

Von den Schiffsinstrumenten, um Höhen der Sonne, des Mondes und der Sterne zu messen.

§. 836.

Die Seequadranten, Sextanten, Octanten ꝛc. können wegen der beständigen Schwankungen des Schiffs keinen zur Bestimmung der Höhe auf dem Gradbogen, dienenden Faden, an welchem eine Bleykugel hängt, oder ein Pendul haben. Der Steuermann muß daher bey den Ausmessungen der Sonnen- Mond- und Sternenhöhen, bey noch währender Abend- und Morgendäm-

*) S. Röhls Anweisung zur Steuermannskunst. Greifswalde 8. 1778. Traité de Navigation par *Bouguer*, revu et abrégé par *de la Caille*, 8. à Paris 1760. und Abrégé de Navigation historique, théorique et practique, par *de la Lande*, 4. Paris 1793.

gendämmerung, oder bey voller Nacht, den Meerhorizont (die Kimm wie die Schiffer ihn nennen, davon nachher §. 842 843.) zur Richtschnur nehmen, wenn ihn nicht die Dunkelheit derselben solchen zu sehen verhindert. Die gewöhnlichsten Instrumente, welche der Seefahrer gebraucht, um diese Höhen auf der See zu beobachten, sind: 1) der so genannte Gradstock, 2) der englische Schiffsquadrant, und 3) der hadleysche Reflexions-Octant.

§. 837. Die Fig. A Taf. XIX. bildet den Gradstock ab. Er besteht aus zwey hölzernen oder messingenen viereckigen Stäben, einen längern EC und einen kürzern, welcher auch der Hammer genannt wird BD. Genau durch die Mitte des letztern geht der Stab EC, so daß er auf demselben in genauer senkrechter Stellung hin und her geschoben werden kann. Nun ist CF die Tangente des Winkels CBF oder die Cotangente des Winkels BCF oder $\frac{1}{2}$ BCD für den Halbmesser BF. Berechnet man also für diesen Halbmesser die Cotangenten und trägt dieselben auf den Stab von C nach E, bezeichnet dann die gefundenen Puncte mit den dazu gehörigen doppelten Gradzahlen, so hat man für jede Stelle des Hammers wie in F die Gradzahl für den Winkel DCB. Man kehrt nun beym Höhenmessen gewöhnlich den Rücken gegen die Sonne, hält das Auge an D, so daß DC die Gesichtslinie zum Meerhorizont wird, sucht BD in der Vertical-Ebene zu erhalten, ändert so lange seine Lage gegen die Sonne und verschiebt den Hammer hin und her, bis das

Ende des Schattens von FB genau in C fällt *), so ergiebt sich bey dem Punct F, wo der Hammer steht, die Anzahl der Grade des Winkels DCB oder der scheinbaren Sonnenhöhe über dem Meerhorizont. Es ist aber leicht einzusehen, daß der Gebrauch des Gradstocks keine große Genauigkeit gewährt.

§. 838. Die 151ste Figur bildet den englischen Schiffs- oder nach seinem Erfinder Davis-Quadranten genannt, ab. Er ist, um ihn leichter halten und regieren zu können, aus zwey Bogen von ungleichen Halbmessern zusammengesetzt, deren gemeinschaftlicher Mittelpunct in C liegt, und die beyde zusammen 90° austragen. Der Bogen ML hat 8 bis 9 Zoll und der größere DE 18 bis 20 Zoll im Halbmesser, jener fast etwa 60 und dieser die übrigen 30 Grade des Quadranten. An beyden sind Diopteren R und O, angebracht, die sich verschieben lassen. Beym Gebrauch faßt man das Instrument mit der linken Hand bey D und mit der rechten bey K, stellt sich mit dem Rücken gegen die Sonne, und setzt die Diopter R genau am Endpunct irgend eines gewissen Grades. Wenn nun die Sonne durch ein in der Oeffnung bey R gesetztes convexes Glas ihr Bild auf C abwirft, so sieht man durch das kleine in der andern auf DE stehende Diopter O befindliche Loch, und verschiebt diese Diop-

*) In A kann noch eine viereckigte Hülse eingeschoben werden, an deren unterm Rand man längs DC gesehen den Meerhorizont und an deren innern Winkel mit dem Stabe, das Bild der Sonne durch ein bey B angebrachtes Diopter, bringt.

ter so lange, bis sich durch O und eine Spalte in C der Meerhorizont zeigt; dann geht folglich OC zu diesem Horizont und die Summe der Bogen RL und DO = den Winkel SCO giebt die gesuchte scheinbare Höhe der Sonne, die nach S hinaus steht, über dem Meerhorizont. Auf ähnliche Art verfährt man bey einem Stern und beym Mond.

§. 839. Das beste und genaueste Schiffsinstrument zur Ausmessung der Höhen der Himmelskörper über dem Horizont, ist der reflectirende Spiegel-Quadrant Fig. 153, den Hadley im Jahr 1731 erfunden. Sein Gradbogen AB faßt freylich nur 45° und er heißt daher auch ein Octant; allein diese Grade erhalten vermittelst der bey diesem Instrument angebrachten Spiegel, einen doppelten Werth, und er ist daher in 90° abgetheilt, so, daß er völlig als ein Quadrant dient. Es ist nemlich aus der Catoptrik bekannt, daß, wenn nach Fig. 152. ein Lichtstral SC unter einem gewissen Winkel SCE mit der lothrechten Linie EC auf einen Spiegel AB fällt, dieser Stral auf der andern Seite unter einem gleich großen Winkel ECN wieder reflectirt wird. Neigt man nun den Spiegel z. B. an der Seite B um C 4° niederwärts, so ist leicht einzusehen, daß sich sowol der Einfalls- als Reflexionswinkel um eben so viele Grade und demnach der ganze Winkel SCN um 8° vergrößert. Bey einer Erhebung der Seite B um C von 4° würde im Gegentheil SCN um 8° kleiner.

§. 840. Die 153ste Fig. bildet einen hadleyschen Octanten ab, dessen Halbmesser mB gewöhnlich 18 bis



20 Zoll hält *). An der Seite DB ist ein kleines Fernrohr O befestigt, ig ist ein kleiner gläserner Spiegel senkrecht an der Seite des Instruments DA gesetzt, welcher nur an der rechten Seite gegen O zur Hälfte senkrecht herunter mit Folie belegt ist, so, daß man von O aus, wenn das Fernrohr genau auf dessen Mitte gerichtet ist, durch den freyen Theil des Glases den Meerhorizont (wo nemlich Wasser und Luft sich zu vereinigen scheinen), nach OH sehen kann. Eben dieser Horizont ist zugleich in dem übrigen belegten Theil des Spiegels noch einmal (aus O betrachtet) zu sehen **), indem das Bild desselben von einem andern und größern Spiegel rs, dessen belegte Seite links gegen die belegte Seite des kleinen Spiegels ing liegt, und der am Mittelpunct m der beweglichen Regel DC oder des Quadranten, genau nach der Richtung mC befestigt ist, nach mn zurückfällt, sobald diese Regel genau auf den Anfangspunct der Abtheilung bey a geschoben wird, wo alsdann beyde Spiegel rms und ing als vollkommen miteinander parallel stehend, vorausgesetzt

*) Er wird für die Seefahrer, der größern Leichtigkeit wegen, von Magahony Holz, mit elfenbeinernen Gradbogen gemacht.

**) Gewöhnlich wird bey den Hadleyschen Schiffs-Octanten statt des Fernrohrs nur eine Diopter bey O befestigt, wodurch das Bild des Horizonts durch den offnen Theil des Glases aufrecht; durch die Reflexion des Bildes desselben vom großen Spiegel auf den kleinen aber im letztern, umgekehrt so wie gleichfalls das Sonnenbild, erscheint. Ist aber ein Fernrohr aus zweyen Gläsern bestehend bey O angebracht, so erscheinen beyde Bilder in verkehrter Stellung.

werden, und folglich m L mit der horizontalen Linie OH gleichfalls parallel liegt. S. Fig. *. Mitten zwischen mL und der bey allen Stellungen der Regel DC unveränderlichen Linie vom Mittelpunct des einen Spiegels zum andern, mn befindet sich das auf rs stehende Perpendicul Em. Wenn nun aber die Regel mit dem Spiegel rs, von B gegen A z. B. um 12° bis in o = amo gerückt wird, so verschwindet in dem unbelegten Theil des Glases vom kleinen Spiegel ig das zweyte Bild des Horizonts, der Winkel, den vorher das Perpendicul Em des größern Spiegels, mit der Linie mn machte, vergrößert sich, da mn unveränderlich ist, um 12°, und auf der andern Seite nimmt der Neigungswinkel der Linie mL gegen mE gleichfalls um 12° zu, daher wird nun die Linie mL sich um 24° mehr gegen mn neigen oder der Winkel Lmn Fig. * sich um 24° vergrößert haben, welche 24° ao angiebt.

§. 841. Bey Beobachtungen einer Sonnenhöhe auf der See, nimmt der Seefahrer den Octanten in die rechte Hand, und indem er die Sonne gerade vor sich am Himmel hat, sucht er das Instrument vertical und die Puncte On in einer horizontalen Lage zu erhalten, damit er durch das Fernrohr O den Meerhorizont nach H durch den unbelegten Theil n des kleinen Spiegels sehen kann. Schiebt hierauf die Regel von B so lange fort, bis ihm statt des zweyten von rs auf ig zurückgeworfenen Bildes vom Horizont der obere oder untere Rand der Sonne, durch O betrachtet, genau neben oder in dem Horizont erscheint, so hat inzwischen die

vorhin horizontale Linie mL Fig. * die Sonne L Fig. 153. erreicht, oder sich um den Winkel der scheinbaren Sonnenhöhe über den Horizont erhoben, und gesetzt, dies treffe ein, wenn die Regel über dem Punct o steht, so muß die wirkliche Anzahl Grade des Bogens BC nemlich ao doppelt genommen, die gesuchte Höhe der Sonne angeben. Auf dem Gradbogen dieses Instruments sind unterdessen die Grade schon doppelt angesetzt, und daher zählt ao die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont. Da wo die Regel DC an ao wegstreift ist ein Nonius angebracht, wodurch einzelne Minuten der Grade sich ergeben. Wenn das Bild der Sonne auf dem Spiegel bey n zu sehr das Auge O blendet, so wird vor dessen belegten Theil ein dunkelgrün oder roth gefärbtes Glas eingeschoben, welches den Glanz vermindert. Die Höhe des Mondes, der Planeten und Fixsterne, wird auf eine ganz ähnliche Art mit diesem Octanten gefunden, wiewol vornemlich bey voller Nacht mit mehrerer Schwierigkeit, weil der Meerhorizont alsdann schwer zu erkennen ist, wenn ihn nicht noch das Mondenlicht sichtbar macht, oder man nimmt diese Höhen bey noch währender Abend- und Morgendämmerung *). Es kann sich aber auch zuweilen treffen, daß die gerade senkrecht unter der Sonne, dem Mond oder

*) Doch wird versichert, daß man mit einem dollondschen Fernrohr auch selbst in sternhellen Nächten auf der See, den Meerhorizont oder die Grenzen des dunklern Oceans mit dem Firmanent, bey einiger Aufmerksamkeit unterscheiden kann.

einem Stern liegende Gegend des Horizonts von Bergen oder hohen Küsten bedeckt wird; alsdann kann der Schiffer den gerade gegenüber liegenden, vielleicht freyen Theil des Horizonts zur Richtschnur nehmen, weil sich der hadleysche Octant, durch Versetzung des Spiegels i g, auch so einrichten läßt, daß man dem Himmelskörper den Rücken zuwendend, dennoch dessen Höhe beobachten kann. Es lassen sich auch besonders mit diesem Instrument scheinbare Entfernungen der Sterne von einander, und vom Monde, so wie des letztern von der Sonne rc. bis zu Weiten von vielen Graden messen. Man bringt dabey die Ebene des Octanten in die Lage der beyden zu messenden Himmelskörper, visirt nach dem einen durch das Fernrohr O und dem unbelegten Theil des Spiegels i g. Schiebt hierauf in unverrückter Stellung die Regel so lange fort, bis der zweite Himmelskörper gleichfalls im Fernrohr erscheint, und den ersten berührt oder deckt, so giebt der Gradbogen ihren scheinbaren Abstand im Bogen eines durch beyde gehenden größten Kreises.

§. 842. Endlich kann man mit Hadleys Octanten auch auf der See beobachten, wenn der Meerhorizont entweder durch Küsten und Berge, oder durch Nebel und Wolken bedeckt ist. Man verschafft sich alsdann einen künstlichen Horizont oder eine polirte vollkommene, waagerecht liegende Horizontalebene A B Fig. 152, von welcher die auffallenden Stralen der Himmelskörper S C von C nach N reflectirt werden. Man beobachtet durch das, aus zwey Gläsern bestehende Fernrohr O Fig. 153. nach der Richtung N C ihr reflectirtes, hiebey umge-

wendetes Bild durch den unbelegten Theil des Spiegels i g. Schiebt hierauf die Regel fort, bis das vom großen auf den kleinen Spiegel reflectirte zweyte umgekehrte Bild der Sonne *) im Fernrohr erscheint, und bringt dann die Ränder beyder Bilder scharf zusammen, so hat man den Winkel NCB, und damit die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes SCA beobachtet. Die Regel schneidet dann die doppelte Anzahl Grade der Höhe ab, weil man bey dieser Einrichtung eigentlich die Tiefe des Himmelkörpers unterhalb der Ebene des Spiegels und die derselben genau correspondirende Höhe desselben über jener Ebene zugleich mißt; daher wird von der Anzahl Grade, die die Regel angiebt, die Hälfte genommen. Der Engländer Serson hat, als künstlichen Horizont auf der See, eine Art von Kräusel ausgedacht. Eine metallene, auf der obern Seite spiegelglatt polirte Scheibe, etwa 3 Zoll im Halbmesser, hat in der Mitte ihrer untern Seite eine konische Vertiefung, damit sie auf einer, auf dem Boden einer Büchse befindlichen stählernen Spitze im Gleichgewicht schweben und sich frey drehen kann. Im Mittelpunct der polirten Seite steht noch ein Stift senkrecht, um welchen, von unten nach oben zu, eine Schnur gewunden ist, vermittelst welcher die Scheibe in eine schnelle Drehung gebracht werden kann, während welcher sie

---

*) Beym umgewendeten Bilde wird aus Ost, West; beym umgekehrten aus Nord, Süd. Vor der Culmination am östlichen Himmel steigt das erstere und das letztere sinkt; nach der Culmination am westlichen Himmel findet das Gegentheil statt.

sich bey nicht zu starken Schwankungen des Schiffs horizontal erhält, und dann, so lange sie sich dreht, auf vorhin beschriebene Art als eine Horizontalebene dient *).

§. 843. Die nach dieser Methode gefundene scheinbare Sonnen- oder Sternenhöhe muß hierauf noch wegen der Refraction, und dann auch wegen der Neigung des Meerhorizonts unter der scheinbaren oder wahren Horizontalebene, **) verbessert werden. Wie viel wegen der Refraction von einer jeden scheinbaren Höhe abzuziehen ist, um die wahre Höhe zu erhalten, zeigt schon eine im §. 235. vorkommende Tafel. Da auch der Schiffer bey Beobachtun-

---

*) Auf dem Lande, wo es fast beständig an einem freyen Horizont fehlt, bedient man sich bey Beobachtung der Sonnen- und Sternenhöhe mit einem Hadleyschen Reflexionsoctanten oder Sextanten unter andern als künstliche Horizonte, dunkelrothe oder grüne, vollkommen eben geschliffene Glasscheiben, die auf marmornen, mit drey hölzernen Stellschrauben versehenen Einfassungen liegen, und durch eine Libelle (Wasserwaage) in eine genaue horizontale Lage gebracht werden; oder man gießt in ein Gefäß Quecksilber, Wasser oder Oel, deren Oberfläche sich von selbst horizontal stellt, setzt darüber eine hölzerne Kapsel, die mit Glasplatten oder auch mit Russischem Frauenglase (Glimmer) bedeckt ist, um die Erschütterung derselben durch den Wind zu verhüten. (S. Ueber den nützlichen Gebrauch der Spiegelsextanten und der künstlichen Horizonte, meine astronomischen Jahrbücher 1788, Seite 218 und 219; 1789, Seite 237 — 239; 1793, Seite 162 — 164; 1794, Seite 1775 und 1776; 1795, Seite 223; erster Supplementband, Seite 162 und 163; imgleichen Bohnenberger, geographische Ortsbestimmung, vermittelst der Spiegelsextanten, 8. mit Kupf. Göttingen 1795.

**) Beym Mond kömmt auch noch die Höhenverbesserung wegen der Parallaxe hinzu (§. 243.). Die Höhenparallaxe der Sonne beträgt nur wenige Secunden.

gen der Höhe der Sonne oder des Mondes gewöhnlich den einen oder andern Rand derselben, vermittelst des größern Spiegels vom Octanten, an den Meerhorizont bringt, so muß ihm aus den Ephemeriden der Halbmesser der Sonne oder des Mondes bekannt seyn, um die Höhe ihres Mittelpuncts zu finden. Die 145ste Figur zeigt die Neigung des Meerhorizonts *) auf der See. N M ist ein Theil vom Umfange der Erdkugel; a der Ort, wo sich das Schiff befindet; a Z führt zum Zenith; demnach ist H R der scheinbare Horizont für die Meeresfläche in a. Nun ist aber der Seefahrer auf dem Verdeck seines Schiffes etwa 15 Fuß über a erhaben; und gesetzt, er stehe in n, so wird sich der Ocean mit dem Firmament in o zu vereinigen scheinen, folglich die Gesichtslinie des Meer- oder sichtbaren Horizonts n o T, von welchem er anfängt die Höhe zu rechnen, sich wegen der Kugelgestalt der Erde unterhalb den scheinbaren Horizont a R oder n r unter dem Winkel r n T neigen, und diese Neigung nimmt mit der größern Höhe über a zu. Der Seefahrer übersieht also aus n um die Größe dieses Neigungswinkels mehr als 90° vom Zenith bis zum Meerhorizont.

§. 844. Es sey S a R = s n r die scheinbare Höhe der Sonne aus a oder n mit einem gewöhnlichen astronomischen Sextanten oder Quadranten genommen, wobey man diesen Meerhorizont nicht braucht, sondern eigentlich das Complement ihres Abstandes vom Zenith, wohin die auf H a R senkrechte Linie a Z führt, bestimmt,

*) Neigung der Kimm nach dem Ausdruck der Seeleute.

so wird aus n der Winkel SnT die Höhe der Sonne mit dem Hadleyschen Octanten gemessen, welcher um rnT größer ist. Daher muß die in verschiedentlichen Höhen über a veränderliche Neigung der Linie nT unterm Horizont von der mit dem letztern Instrument oder auch dem Davisquadranten und Gradstock gefundenen scheinbaren Höhe abgezogen werden. Folgende Tafel zeigt die Neigung des Meerhorizonts in verschiedenen Höhen (Franz. Maaßes) über die Oberfläche der See *).

Höhen Fuß.	Neigung.		Höhen Fuß.	Neigung.		Höhen Fuß.	Neigung.	
	Min.	Sec.		Min.	Sec.		Min.	Sec.
1	1	1	11	3	24	45	6	54
2	1	27	12	3	33	50	7	17
3	1	47	13	3	42	55	7	38
4	2	4	14	3	50	60	7	57
5	2	18	15	3	58	65	8	16
6	2	31	20	4	35	70	8	35
7	2	43	25	5	8	80	9	10
8	2	54	30	5	37	90	9	45
9	3	4	35	6	4	100	10	16
10	3	14	40	6	30	110	10	45

*) Bey dieser Tafel ist die Erdstralenbrechung oder die Krümmung, welche die Gesichtslinie no in diesen geringen Höhen in den untern und dichtesten Gegenden der Atmosphäre erleidet, mit in Rechnung gezogen worden. Sie verkleinert nach Lamberts Untersuchung die wahre Neigung ohngefähr um den 16ten Theil.

Es sey Fig. 154. c der Mittelpunct der Erde; ca = co ihr Halbmesser; an die Höhe des Auges über der Meeresfläche; demnach ca + an = cn; die Gesichtslinie nT berührt die Wasseroberfläche in o; und daher ist noc ein rechter Winkel. Nun giebt $\frac{co}{cn}$ den Cosinus von aco = der Neigung des Meerhorizonts rno, doch ohne Wirkung der Stralenbrechung, welcher Winkel den Bogen ao der Meeresrundung zum Maaße hat. Setzt man nun den mittlern Halbmesser der Erde ca = co = 19597518 Franz. Fuß (§. 287.), ferner die Höhe an 50 Fuß; so wird cn = 19597568 Fuß und damit $\frac{19597518}{19597568}$ = Cos. 7′ 46″, und nun 7′ 46″ — $\frac{1}{16}$tel = 7′ 17″ für 50 Fuß Höhe, wie in der Tafel angesetzt ist.

Die geographische Breite eines Schiffs auf der See zu finden.

§. 845.

Diese und die Erfindung der Länge auf der See sind die vornehmsten astronomischen Aufgaben, die bey der Schiffahrt vorkommen, und beyde verdienen daher eine umständlichere Erklärung, zumal da sie auf einem schwankenden Schiffe, zum Theil nach andern Methoden, als auf dem festen Lande, aufgelöset werden müssen. Man weiß, daß sich die geographische Breite eines Orts aus Beobachtung der Höhe des Pols über dem Horizont, weil beyde einerley sind, und dann auch, wenn die Abweichung der Sonne und gewisser Sterne als bekannt angenommen werden kann, aus

Beobachtungen ihrer Meridianhöhen finden läßt (§. 188 und 190). Da sich nun überhaupt die Höhe aller Himmelskörper kurz vor und nach ihrer Culmination wenig verändert *), und auf der See schon der Compaß, wenn die Abweichung der Magnetnadel nur einigermaaßen bekannt ist, mit hinlänglicher Genauigkeit den Meridian nach der Richtung der Linie von Norden nach Süden anzeigt, so wird der Schiffer die Höhe der daselbst erscheinenden bekannten Sterne, ohne die Zeit ihres Standes im Meridian genau zu wissen, zu seinem Endzweck beobachten können. Dann gebrauchen die Seefahrer, bey Berechnung der geographischen Breite gewöhnlich nicht die Meridianhöhe eines Sterns oder der Sonne, sondern deren Abstand vom Zenith, es sey daß der Gradbogen des Instruments bereits diesen Abstand statt der Höhe angiebt, oder daß sie das Complement der beobachteten Höhe über dem Meerhorizont nehmen. Nach der 41sten Fig. lassen sich die Regeln herleiten, um aus jenem nord- oder südwärts vom Aequator (der Linie) beobachteten Abstand, und nachdem die Abweichung des Himmelskörpers nördlich oder südlich ist, die Polhöhe zu finden.

§. 846. Es sey N der Nord- oder Südpol, so ist, wenn der Stern vom Zenith auf der Seite des über dem Horizont sichtbaren Pols 1)

---

*) Z. B. 4 Min. in Zeit vor und nach der Culmination steht ein Stern oder die Sonne, bey uns in der Höhe von 15° nur 19″, von 30° ... 23″, von 45° .. 29″, von 60° .. 39″ niedriger als im Meridian. S. die Formel zur Berechnung dieser Veränderung §. 851.

zwischen dem Pol N und Horizont R in d im Meridian steht $RN = 180° - (Zd + Ed)$. 2) zwischen dem Pol und Zenith in c ... $RN = Ac - Zc$. Wenn der Stern vom Zenith an der dem sichtbaren Pol entgegengesetzten Seite in den Meridian kömmt, und 3) dessen Abweichung und die Breite des Ortes der Beobachtung, entweder beyde zugleich nördlich oder südlich sind, so daß N der Nord- oder Südpol und g der Stern sey, $RN = Zg + gA$. 4) Beyde, nemlich Abweichung und Breite, verschiedene Benennungen haben, so, daß die eine nördlich und die andere südlich ist, demnach RN eine nördliche oder südliche Polhöhe vorstellt, und der Stern in n steht; $RN = Zn - An$. Die Anwendung dieser Regeln zeigen folgende Beyspiele, wobey noch anzumerken ist, daß, da bey derselben der Abstand vom Zenith vorkömmt, die Refraction und Neigung des Meerhorizonts zu diesem Abstand addirt werden muß.

§. 847. Ein Steuermann findet im stillen Meer diesseits der Linie mit dem englischen Seequadranten oder Hadleys Octanten am 24sten October 1804 zu Mittage, da er seine geographische Länge beyläufig auf 250°, folglich 110° von der Insel Ferro, oder 130° = 8 St. 40′ vom Pariser Meridian gegen Westen schätzt, die scheinbare Höhe des untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont oder den Winkel $sno = 64° 10', 0$ *), und damit den Abstand dieses Randes vom

*) Der Schiffer kann mit einem Octanten oder Sextanten von der besten Art, höchstens nur bis auf Decimal-Minuten messen.

Zenith 90° — 64° 10′, 0 = 25° 50′, 0. Die südliche Abweichung der Sonne war an diesem Tage nach der Pariser Connoissance des tems um 12 Uhr Mittags auf dem Schiff oder um 8 Uhr 40′ Abends zu Paris (indem der Schiffer 8 St. 40′ vom Pariser Meridian westwärts segelt, und demnach so viel weniger zählt,) 11° 55′ 0; ferner, der Halbmesser der Sonne 16′, 1. Er wird hieraus nach der vierten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith . . .		25°	50′ 0
Neigung des Meerhorizonts für eine Erhöhung von 15 Fuß (§. 843.) *) 3′ 58″ oder . .	+		4′ 0
Refraction für 64° 10′ Höhe (§. 235.) 0′ 28″ oder	+		0′ 5
Halbmesser der Sonne	—		16′ 1
Wahrer Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith		25	38′ 4
Südliche Abweichung der Sonne		11	55′ 0
Daher die nördliche Breite des Schiffs .		13°	43′ 4

§. 848. Ein Seefahrer beobachtete im Jahr 1806 den 10ten Dec. jenseits der Mittellinie, den Abstand des Sirius vom Zenith an der nördlichen Seite des Meridians 34° 13′ 0 und die Ephemeriden geben ihm für diese Zeit die Abweichung des Sterns 16° 27′ 4 südl. Hieraus kann er nach der dritten Regel die Breite seines Schiffs folgendermaßen berechnen:

*) Da der Winkel ZnT wegen der Neigung des Meerhorizonts bey 15 Fuß Höhe, 90° 4′ beträgt, und die beobachtete Höhe sno um 4′ zu groß ist, so giebt deren Complement zu 90° den Abstand vom Zenith um 4′ zu geringe an, und folglich sind solche zu diesem Abstand zu addiren.

Scheinbarer Abstand vom Zenith	34°	13′ 0
Neigung des Meerhorizonts für 15 Fuß Erhöhung 3′ 58″ oder	+	4′ 0
Refraction für 55° 47′ 0 Höhe 0′ 39 oder	+	0′ 6
Wahrer Abstand vom Zenith	34	17′ 6
Südliche Abweichung des Sirius	16	27′ 4
Südliche Breite des Schiffs	50°	45′ 0

Im Jahr 1807 den 14ten Jun. fand ein Schiffer im nördlichen Ocean die scheinbare Höhe der Capella über dem Meerhorizont 9° 16′ 0 und rechnet hiernach den Abstand vom Zenith 80° 44′ 0 zu der Zeit, da dieser Stern unter dem Pol culminirte. Die Abweichung desselben gaben die Tafeln für diese Zeit 45° 46′ 2 nördlich an. Er wird hier nach der ersten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	80°	44′ 0
Neigung des Meerhorizonts 3′ 58″ oder .	+	4, 0
Refraction für 9° 16′ 0 Höhe 5′ 39″ oder .	+	5, 6
Wahrer Abstand vom Zenith	80	53, 6
Nördliche Abweichung der Capella	45	46, 2
—	126	39, 8
	180	0, 0
Nördliche Breite des Schiffs	53°	20′ 2

§. 849. Demnach wird eine einzige beobachtete Meridianhöhe die gesuchte geographische Breite des Schiffs geben. Allein sehr oft können gerade diese Höhen, des trüben Wetters wegen, nicht bemerkt werden, und doch ist die Breite auf der See oftmals zu beobachten, von der äußersten Wichtigkeit. Man hat

daher

daher den Schiffer anweisen müssen, die geographische Breite mit einer für ihn hinreichenden Genauigkeit, auch durch Beobachtungen der Sonnen- und Sternenhöhen außer dem Meridian zu finden, wozu die dem Schiffer verständlichen Regeln nicht schwer sind, wenn er z. B. Gelegenheit findet, etwa während einer Stunde, dreymal die Höhe kurz vor oder nach der beyläufig bekannten Culminationszeit zu nehmen. Der leichteste Fall ist hiebey, wenn die Zwischenzeiten der Beobachtungen unter sich gleich gewählt werden können. Es sey 1) vor der

Culminations-Zeit nach einer Taschenuhr	Beobachteter scheinbarer Abstand des obern Sonnenrandes vom Zenith
11 Uhr 4′ Vormittag	48° 42′ = a
11 — 21 —	47 12′ = b
11 — 38 —	46 18′ = c

Von der größten Entfernung a nehme man die mittlere b; der Ueberrest 1° 30′ = 90′ heiße d; ferner ziehe man von a die kleinste c ab, so bleibt 2° 24′ = 144′ übrig = e. Man ziehe hierauf von 4 . d = 360′ e = 144 ab, so bleiben 216′ erster Rest, und hiervon wieder 144′, so bleiben 72′ zweyter Rest. Der erste Rest wird alsdann mit sich selbst multiplicirt, und das Product durch den zweyten Rest viermal genommen, dividirt, so ergiebt sich im Quotienten, wie viele Minuten von dem größten Abstand vom Zenith zu subtrahiren sind, um den Meridianabstand zu haben. Demnach $\frac{216 \cdot 216}{4 \cdot 72} = 162' = 2° 42'$, von 48° 42′ abgezogen,

läßt gerade 46° 0′ für den Abstand jenes Sonnenrandes vom Zenith bey der Culmination, übrig. 2) Vor und nach der Culmination

Zeit der Uhr	beobachtete Abstände.
11 Uhr 39′	62° 20′ = a
12 — 7′	62 1′ = b
12 — 35′	62 48′ = c

c — b = 47′ = d; c — a = 28′ = e, nun ist 4 . 47 — 28 = 160 = erster Rest, und 160 — 28 = 132 zweyter Rest. Endlich $\frac{160 . 160}{4 . 132}$ = 50′ von 62° 48′ subtr. giebt 61° 58′ den gesuchten scheinbaren Abstand vom Zenith im Meridian.

§. 850. Wenn hingegen die Zwischenzeiten der vor oder nach der Culmination angestellten drey Beobachtungen ungleich sind, so ist es dennoch möglich, daraus den Zenith-Abstand im Meridian bis auf eine, bey der Schiffahrt hinreichenden Genauigkeit, zu berechnen, und um die Regeln aus folgendem Beyspiel abzunehmen, setze ich die ganze Form der Rechnung mit Logarithmen her *). Es sey beobachtet der scheinbare Abstand des untern Randes der Sonne vom Zenith, vor der Culmination.

---

*) Bouguer Traité de Navigation etc. 8. Paris 1760. p. 207.

Zeit der Uhr

I. 10 Uhr 47′ = a . . . 48° 31′ = d
II. 11 — 10′ = b . . . 47 48′ = e
III. 11 — 38′ = c . . . 47 20′ = f

b — a = 23′ | d — e = 43′ | 51 . 43 = 2193
c — a = 51′ | d — f = 71′ | 23 . 71 = 1633

28′   560 Log. 2.74819

$\frac{51}{2} = 25\frac{1}{2}$ 51 — 1.70757

— 23   11′ — 1.04062

$2\frac{1}{2}$ Log. 0, 39794 . 2 = . . . 0.79588

Log. 1.83650

Log. 23′ = 1,36173 + Log. 28 = 1,44716 = — 2.80889

0′, 1 . . Log. 9.02761

$\frac{71}{2} = 35\frac{1}{2}' + 11' + 0', 1 = 46, 6 . 4 = 186, 4$

$186, 4 - 71 = 115, 4 - 71 = 44, 4; \frac{115,4 . 115,4}{4 . 44,4} = 75'$
$= 1° \; 15'$ und nun giebt $48° \; 31' - 1° \; 15' = 47° \; 16'$ den gesuchten scheinbaren Meridianabstand des untern Sonnenrandes.

Hat man nun nach dieser Methode und den Vorschriften im vorigen §. den scheinbaren Abstand vom Zenith im Meridian berechnet, so läßt sich, wenn die Abweichung der Sonne bekannt ist, und die gehörigen Verbesserungen dieses Abstandes, wegen der Refraction, Neigung des Meerhorizonts und Sonnenhalbmessers vorgenommen worden, die verlangte geographische Breite des Schiffs wie vorhin gelehrt worden, finden. Für einen Stern

ist die Berechnungsmethode der gegenwärtigen ganz ähnlich.

§. 851. Wenn unterdessen die Zeit der Culmination eines Himmelskörpers auf der See genau bekannt ist, so kann man auch aus einer Höhenmessung desselben kurz vor oder nach seiner Culmination (aber nicht viel über 10 Min. Zeit) die Mittagshöhe mit hinlänglicher Genauigkeit auf folgende Art berechnen: Es sey die Polhöhe des Schiffs $= \varphi$ die Abweichung der Sonne δ; die Höhe werde n Minuten vor der Culmination genommen, so ist die Höhen-Veränderung in Secunden, während einer Minute Zeit

$$\frac{1{,}96348\,^{*)}\ \mathrm{Cos.}\,\varphi\ \mathrm{Cos.}\,\delta\,^{**)}}{\mathrm{Sin.}\,(\varphi \mp \delta)} \quad \begin{matrix} - \text{ gilt für nördl.} \\ + \text{ gilt für südl.} \end{matrix} \Big\} \text{ Abw.}$$

Dieser Quotient mit n^2 multipl. giebt die Höhen-Veränderung bis zur Culmination, und damit die Meridianhöhe und die Polhöhe. Z. B. Ein Seefahrer hat den 24sten Aug. 1806 unter der beyläufig geschätzten nördl. Polhöhe von 46° 30′, da die Abweichung der Sonne nach den Ephemeriden unter dem Meridian des Schiffs 11° 14′ 10″ nördl. war, 7′ 10″ vor Mittag den wahren Zenithabstand der Sonne 35° 20′ oder die

---

*) Eine Minute Zeit ist = 15′ = 900″ im Bogen und eine Secunde beträgt in Theilen des Halbmessers 1 = 0,0000048481 = e. Nun muß das doppelte des Quadrats der Hälfte von 900″ mit e mult. werden. Also 2. $(450)^2$. e und dies giebt im Product 1,96348.

**) φ und δ brauchen nur bis auf einige Minuten bekannt zu seyn.

Höhe derselben 54° 40′ beobachtet. Wie viel war diese Höhe von der Mittagshöhe verschieden?

$\varphi = 46° 30'$ — — — Log. Cos. 9.837812

$\delta = 11\ 14$ — — — Log. Cos. 9.991599

1,96348 = Log. 0,293026

0.122437

$\varphi - \delta = 35° 16'$ Log. Sin. . 9.761464

Höhenveränderung in $1' = 2'', 3 = 0.360973$

Diese mit $(7'\ 10'')^2 = (7'\ 2)^2 = 51'\ 8 = n^2$ mult. giebt 1′ 59″, um welche die 7′ 10″ vor der Culmin. beobachtete Höhe kleiner war als die Mittagshöhe, sie werden also zu jener add., und geben 54° 40′ + 1′ 59″ = 54° 41′ 59″ = die Mittagshöhe. Nun war an diesem Tage unter dem Meridian des Schiffs die Abweichung der ☉ . .

— 11° 14′ 0″ subtr. giebt die Höhe des Aeq. . .

43° 27′ 59″ und damit die richtigere geogr. Breite 46° 32′ 1″ nördl. Bey diesen Vorschriften ist die Veränderung der Abweichung der Sonne vom Augenblick der Höhenmessung bis zu Mittag außer Acht gelassen, da solche nur wenige Secunden in der Mittagshöhe ändert, die auf der See nicht zu beobachten sind *).

*) Uebrigens wird noch diese geringe Verbesserung der auf obige Art berechneten Mittagshöhe gefunden, wenn man dazu vom 21sten Dec. bis 21sten Jun. bey vormittägiger oder vom 21sten Jun. bis 21sten Dec. bey nachmittägiger Höhe, das Product n. Veränderung der Abw. in 1 Minute, addirt, und selbiges, in den 6 ersten Monaten bey nachmittägiger und in den 6 letzten bey vormittägiger Höhe davon subtrahirt.

Beschreibung und Gebrauch einer Projection, nach welcher verschiedene Aufgaben auf der See mechanisch aufgelöset werden können.

§. 852.

Außer der Erfindung der geographischen Breite auf der See, die noch ziemlich leicht ist, giebt es weitläuftigere astronomische Rechnungen, welche Kenntnisse der sphärischen Trigonometrie voraussetzen, und die man dem Seefahrer theils zu erleichtern, theils durch vollständig berechnete Tafeln gänzlich zu ersparen gesucht hat, wie schon im §. 833 und 834 bemerkt worden. Zur Erleichterung dieser Rechnung, und wenn der Schiffer etwa auch jene Tafeln nicht bey der Hand hätte, gehört unter andern der Gebrauch einer gewissen von de la Caille eingeführten Projectionsart, die unter der Benennung: Reductionskreis bekannt ist*). Der Seefahrer kann vermittelst derselben, 1) den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Morgen- und Abendweite, Azimuth ꝛc. unter einer jeden Polhöhe, imgleichen die Zeit der Uhr, aus beobachteten Sonnen- und Sternenhöhen, mit Zirkel und Lineal mechanisch finden. Sie dient auch vornemlich 2) bey Berechnung der Meereslänge, da sie durch verschiedene Maaßstäbe, die wegen der Parallaxe und Refraction nöthige Verbesserung des gemessenen scheinba-

*) Dergleichen sauber in Kupfer gestochene Reductionskreise hat der Strom- und Canal-Director Reinke in Hamburg besorgt, wovon Abdrücke mit einer Beschreibung und Anweisung zum Gebrauch zu haben sind.

ren Abstandes eines Sterns vom Monde ꝛc. angiebt *). So weit ein bey dieser eigentlich orthographischen Projection vorkommender Kreis und dessen Durchmesser zu den Endzwecken (1) dient, ist solcher in der 155sten Figur im Kleinen vorgestellt. Man beschreibt auf einem mit Papier sauber überzogenen Brette einen Kreis von etwa 8 Zoll im Halbmesser, welcher den Meridian abbildet, theilt solchen genau in einzelne Grade ein, die wie in der Figur von 10 zu 10 bezeichnet werden, und setzt bey jedem 60sten Grade die Stunden I. II. ꝛc. von A an gerechnet. Zieht einen Durchmesser AB und theilt solchen vom Mittelpunct C aus nach den Sinussen der Bogen ein, oder legt nur ein Lineal an gleiche Grade des obern und untern Halbcirculs, und bemerkt in den Puncten, wo dasselbe den Durchmesser durchschneidet, wenn man deren Complement zu 90° nimmt, die nemlichen Grade. AB ist der Horizont, und dessen Grade zählen das Azimuth oder die Morgen- und Abendweiten. A ist der Süd- und B der Nord-, C der West- oder Ostpunct am Horizont, je nachdem das Auge dies- oder jenseits der Figur gesetzt wird. Die Figur ist hiemit bereits fertig, denn alle Linien, die nun noch bey ihrem Gebrauch darauf vorkommen müssen, werden nur mit Bleystift gezogen, um sie wieder auslöschen zu können.

§. 853. Den Auf- und Untergang der Sonne

---

*) Eine vollständige Beschreibung des sogenannten Reductionsrahmen oder Kreises mit allen dazu gehörigen Maaßstäben und deren Gebrauch findet sich in *Bouguers* Traité de Navigation, Seite 210—236 und Seite 254—256.

am 27. April nach Fig. 155. auf der See zu finden, wenn bekannt ist, deren Abweichung 13° 48′ und die Polhöhe 42°, beyde nördlich. Hier giebt die Summe der Abweichung und Aequatorhöhe die Mittagshöhe der Sonne über und beyder Unterschied die Tiefe der Sonne um Mitternacht unter dem Horizont, (fallen aber Abweichung und Polhöhe nicht auf einer Seite des Aequators, so wird der Unterschied zwischen beyden die Mittagshöhe, und ihre Summe die Mitternachtstiefe der Sonne geben); demnach wird 13° 48′ + 48° = 61° 48′ von A aufwärts in r und 48° — 13° 48′ = 34° 12′ von B unterwärts in n bemerkt, und von r nach n eine gerade Linie, den Parallelkreis der Sonne vorstellend *), gezogen; von r zieht man hierauf einen Durchmesser des Circuls oder größten Kreis der Sphäre rk; dann wird von dem Punct d, in welchem der Tagescircul der Sonne den Horizont schneidet, auf rn ein Perpendicul dg aufgerichtet **). Man faßt hierauf die Weite Cg mit dem Zirkel, und trägt solche von C aus rechts oder links auf den in Grade eingetheilten Durchmesser, und findet, von C an gezählt, 12° 47′ = Cg; diese zu 90° = rC addirt, weil die Sonne an der Seite des sichtbaren Pols vom Aequator steht, geben rg 102° 47′ = 6 Stunden 51 Minu-

*) Alle auf der Ebene des Meridians senkrecht stehende größte und kleinere Kreise erscheinen bey dieser Projectionsart als gerade Linien, weil das (hiebey als unendlich entfernt angenommene) Auge des Beobachters in ihren Ebenen liegt.

**) Hiedurch wird der halbe Tagbogen der Sonne rd auf Grade des größten Circuls rg reducirt.

ten für die halbe Verweilung der Sonne über dem Horizont, folglich ihren Untergang um 6 Uhr 51′ Abends, und ihren Aufgang um 5 Uhr 9′ Morgens. Die Sonne geht ferner im Punct d auf oder unter, folglich ist A d = 108° 43′ = A C + c d = 90° + 18° 43′ alsdann ihr Azimuth am Horizont, und C d = 18° 43′ ihre Abend- oder Morgenweite vom West- oder Ost-punct C nach Norden. Soll aber das Azimuth der Sonne an diesem Tage gefunden werden, wenn ihre beobachtete und verbesserte Höhe Vor- und Nachmittag 40° ist, so ziehe man durch diesen Grad der Höhe einen mit dem Horizont gleichlaufenden Höhenkreis, und so steht die Sonne in E. Man fälle von E auf den Horizont A B ein Perpendicul, ziehe aus C bis dahin, wo der Höhenkreis durch den Meridian bey 40° geht, eine Linie, welche jenes Perpendicul in u schneidet, so werden damit die Azimuthalgrade a E auf Grade des größten Circuls a C gebracht. Man trägt nemlich C u von C auf dem Horizont gegen A in f, alsdann giebt a u, auf A C gemessen, A f, das Azimuth der Sonne in dieser Höhe = 73° 10′ vom Meridian im Süden an, ost- oder westwärts gerechnet *).

---

*) Der Seefahrer ist auch zuweilen mit einem sogenannten Azimuthalquadranten versehen, mit welchem er die Höhe der Sonne und zugleich ihr Azimuth findet, oder er beobachtet das Azimuth vermittelst einer auf dem Variations-Compaß angebrachten Einrichtung.

Verschiedene Methoden, die Zeit auf der See zu finden, und den Gang einer Uhr zu berichtigen.

§. 854.

Erstlich durch Bemerkung des Auf- und Unterganges der Sonne. Wenn dem Schiffer die Abweichung der Sonne und die Polhöhe seines Schiffs bekannt ist, so kann er entweder aus den bereits darüber vorhandenen Tafeln der Ascensional-Differenz oder des Unterschiedes zwischen der geraden und schiefen Aufsteigung ersehen, oder nach der Anweisung §. 193. und 194. berechnen, oder nach dem vorigen §., vermittelst einer Projection, wie Fig. 155., mechanisch finden, wenn der Mittelpunct der Sonne im wahren Horizont ist. Allein dieser Mittelpunct erscheint, wenn er wirklich im wahren Horizont steht, wegen der Refraction um etwa 32 Minuten hoch, oder zeigt sich in diesem Augenblick noch um etwa einen Durchmesser der Sonne über dem Horizont. Auch wird auf einem Schiff die im Horizont stehende Sonne, wegen der Neigung der Meeresfläche, etwa 4 Minuten höher über dem scheinbaren Meerhorizont gesehen. Es hält aber schwer, mit bloßen Augen zu bemerken, wenn der Mittelpunct der Sonne gerade um die Größe der Refraction und Neigung des Meerhorizonts über dieser sichtbaren Grenze des Oceans und des Firmaments erscheint. Der Schiffer giebt daher gewöhnlich nur Acht, um welche Zeit nach seiner Taschenuhr sich des Abends der oberste oder letzte Rand der Sonne unterm Meerhorizont verbirgt, und des Morgens als der erste, über

demselben wieder zum Vorscheint kömmt. Wie viel der Sonnenrand aus diesen Ursachen, unter einer jeden Polhöhe und bey einer jeden Abweichung, auf der See des Morgens früher und des Abends später unterzugehen scheint, läßt sich aus folgender Tafel finden, welche angiebt, wie viele Minuten die Sonne (oder ein jeder Stern) braucht, um die Höhe am Horizont um einen Grad zu verändern.

Polhöhe.	Grade der Abweichung der Sonne und Sterne.						
	0	9	12	15	18	21	24
0°	4′, 0	4′, 0	4′, 1	4′, 1	4′, 2	4′, 3	4′, 4
12	4, 1	4, 1	4, 2	4, 3	4, 3	4, 4	4, 5
18	4, 2	4, 3	4, 3	4, 4	4, 5	4, 5	4, 6
24	4, 3	4, 5	4, 5	4, 6	4, 6	4, 7	4, 9
30	4, 6	4, 7	4, 7	4, 8	4, 9	5, 1	5, 2
36	4, 9	5, 1	5, 1	5, 2	5, 3	5, 5	5, 6
39	5, 1	5, 3	5, 4	5, 5	5, 6	5, 8	6, 1
42	5, 4	5, 5	5, 6	5, 8	5, 9	6, 2	6, 5
45	5, 7	5, 8	5, 9	6, 1	6, 3	6, 6	7, 0
48	6, 0	6, 1	6, 3	6, 5	6, 7	7, 1	7, 6
51	6, 3	6, 6	6, 7	7, 0	7, 3	7, 8	8, 4
54	6, 8	7, 1	7, 3	7, 6	8, 0	8, 6	9, 4
57	7, 3	7, 7	8, 0	8, 4	9, 0	9, 8	10, 9
60	8, 0	8, 5	8, 8	9, 3	10, 1	11, 6	14, 0

§. 855. Gesetzt nun, ein Schiffer sieht unter der nördlichen Polhöhe von 42° an einem Tage, da die Abweichung der Sonne 18° nördlich war, den obern Rand derselben nach einer Taschenuhr des Abends um 7 Uhr 19′, 6 unter den Meerhorizont gehen, und verlangt hiernach die wahre Zeit der Beobachtung? Die

Tafeln der Ascensional-Differenzen, oder eine Rechnung, oder eine Zeichnung, wie Fig. 155, geben, daß der Mittelpunct der Sonne unter dieser Polhöhe und bey dieser Abweichung untergehe, oder im wahren Horizont sey, um . . . . . 7 Uhr 8′,0

Wenn aber der obere Rand der Sonne sich unter dem Meerhorizont verbirgt, so steht bereits deren Mittelpunct, wenn der Seefahrer etwa 15 Fuß über der Meeresfläche erhaben, auf dem Verdeck seines Schiffs sich befindet,

wegen der Neigung des Meerhorizonts 4 Min.
» der Refraction . . . . . 32 »
» des Halbmessers der ⊙ . 16 »

also um 52 Min.

unter dem Meerhorizont tief. Die vorige Tafel zeigt nun, daß die Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung 5′,9 Zeit gebraucht, um ihre Höhe einen Grad zu verändern, und daher 52 Min in 5′,1 niedersteigt, diese zum wahren Untergang addirt 5′,1

kommt die Zeit der Beobachtung auf d. Schiff 7 Uhr 13′,1
die Uhr zeigt aber . . . . 7 — 19′,6

und eilte demnach der wahren Sonnenzeit vor, um . . . . 6′,5

Wenn der Seefahrer die Abweichung seiner Uhr aus Bemerkung, wenn der obere Rand der Sonne des Morgens über dem Meerhorizont aufgeht, finden will, so ist die Rechnung von der vorigen nur darin verschieden,

daß die Anzahl Minuten, welche die Sonne nach voriger Tafel anwendet, um sich 52 Minuten zu erheben, gehörig wie vorhin, auf Polhöhe und Abweichung in Zeit reducirt, von der wahren Zeit des Aufganges ihres Mittelpuncts zu subtrahiren sind. Diese auf der See sonst am leichtesten auszuübende Methode kann unterdessen, wegen der nicht zu allen Zeiten und unter allen Erdgürteln gleichgroßen horizontalen Stralenbrechung, etwas unzuverläßig werden.

§. 856. Zweytens läßt sich, durch Ausmessung einer Höhe der Sonne oder eines Sterns, wenn die geographische Breite bekannt ist, die wahre Sonnenzeit auf einem Schiff finden. Diese Methode ist genauer wie die vorige, und auch nicht schwer, wenn der Schiffer nur einigermaßen darin geübt ist. Zu mehrerer Bequemlichkeit kann er das verlangte gleichfalls, vermittelst des Reductionsrahmen, oder eines Entwurfs, wie Fig. 155, mechanisch finden. Ich setze z. B.: Ein Seefahrer findet in den nördlichen Gegenden des stillen Meers am 27. April 1807, des Nachmittags, unterm 42° nördlicher Breite, und beyläufig geschätzten westlichen Länge von Paris 160° = 10 St. 40′ mit dem Hadleyschen Octanten, den wahren und verbesserten Abstand des untern Sonnenrandes vom Zenith 50° 15′,9; damit war, indem der Halbmesser der Sonne an diesem Tage 15′ 55″ = 15′,9 betrug, der Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith gerade 50°, oder ihre Höhe über dem Horizont 40°, als die Taschenuhr auf dem Schiff 3 Uhr 21′,0 zeigte; und hieraus soll die wahre Sonnenzeit und die Abwei-

chung der Uhr gefunden werden. Nach der Connoissance des tems ist zu Paris, wo man etwa 10 St. 40′ mehr als auf dem Schiff zählt, also um 2 Uhr 1′ Morgens den 28. April, die nördliche Abweichung der Sonne 13° 48′, welche nun für den Ort des Schiffs gilt. Hieraus ergiebt sich nach §. 853. (wo gleiche Data vorkommen), daß die Mittagshöhe der Sonne 61° 48′, und ihre Mitternachtstiefe 34° 12′ sey. Jene bemerkt in Fig. 155. der Punct r, und diese der Punct n. Man ziehe r n zusammen, und durch C den Durchmesser r C k, ingleichen durch den 40sten Grad der Sonnenhöhe einen Höhencircul, und wo dieser in E den Parallelkreis r n durchschneidet, steht alsdann die Sonne wie vorhin. Man richte nun auf r n das Perpendicul E T auf, so ist der Theil des Parallelkreises der Sonne r E oder ihr Abstand vom Meridian auf Grade des größten Circuls gebracht, und r T gleich. Man trägt alsdann r T auf den eingetheilten Horizont von A nach C, und findet $48\frac{1}{2}° = 3$ St. 14′ Abstand der Sonne vom Meridian. Es war also zur Zeit der Beobachtung nach der Sonne um 3 Uhr 14′ Nachmittag; da aber des Schiffers Taschenuhr 3 Uhr 21′ zeigte, so ging selbige 7 Minuten zu geschwinde. Oder man trage C T von C nach Z, und die Weite Z T = 2. C T von o (bey A), weil T über dem Horizont liegt, gegen die Ordnung der Stunden, zweymal am Umkreise fort bis in L, so findet man gleichfalls 3 St. 14′ (die Grade verwandeln sich hiebey, da C T eigentlich viermal genommen worden, in Zeitminuten) *).

*) Wenn T wie g unter den Horizont fällt, so wird Z T zwey-

§. 857. Auf eben die Art kann auch der Seefahrer, vermittelst des Reductionskreises, unter einer bekannten Polhöhe, die Zeit der Nacht, aus Beobachtung der Höhe eines Sterns, finden, wenn dessen Abweichung aus den Sternenverzeichnissen und Culminationszeit, zufolge der Anweisung im §. 202. bekannt ist. Die Projection bringt hiernach den Abstand des Sterns vom Meridian zur Zeit der Beobachtung heraus, den Tag zu 24 Stunden gerechnet. Da aber die Sterne schon in 23 St. 56′ mittlerer Sonnenzeit ihren Umlauf vollenden, so muß jener Abstand nach der 24stündlichen Veränderung der geraden Aufsteigung der Sonne in Zeit, für diese Zeitdauer vermindert werden, und dann erhält man den wahren Abstand des Sterns in Sonnenzeit, welcher zu der Culminationszeit addirt, oder davon abgezogen, je nachdem der Stern an der West- oder Ostseite des Meridians steht, die Zeit der Uhr auf der See giebt. Bey dieser Methode ist, zu mehrerer Genauigkeit, noch die Vorsicht zu gebrauchen, daß man einen Stern wähle, der dem Meridian so wenig, als dem Horizont, nahe stehe, weil im erstern Falle seine Höhe sich wenig verändert, und im zweyten die Stralenbrechung nicht immer gleich groß ist. Eben das ist auch bey

---

mal von o bey A, nach der Ordnung der Stunden, herumgetragen, und die also gefundene Zeit + 6 Stunden, giebt den Abstand der Sonne vom Meridian. Z. B. für d wird Cg = Cm; also mg = 2. Cg von A zweymal aufwärts am Kreise herumgetragen, und es finden sich 51′, die zu 6 Stunden addirt, den halben Tagbogen oder den Untergang der Sonne 6 Uhr 51′ geben.

der Sonne zu merken. Statt dieser mechanischen Operation, läßt sich aber mit noch mehr Genauigkeit durch eine trigonometrische Rechnung: Aus bekannter Pol- und Sonnen- oder Sternenhöhe die Zeit des Tages oder der Nacht auf der See finden.

§. 858. Die zur Auflösung dieser Aufgabe in §. 197 und 205. vorkommenden Formeln und Anweisungen lassen sich zum Gebrauch der Seefahrer folgendermaßen leicht anwenden. Um den Abstand eines Sterns vom Meridiau zu finden, dessen wahre Höhe beobachtet und dessen Abweichung so wie die Polhöhe bekannt ist, addire man zusammen: Die wahre Entfernung des Sterns vom Zenith, das Compl. der Abweichung desselben und das Compl. der Polhöhe. Von dieser Summe nehme man die Hälfte, und subtrahire von letzterer das Compl. der Polhöhe und dann das Compl. der Abweichung, der erste Rest heiße α der andere β. Von der Summe der Log. Sin. von α und β subtr. man die Summe der Log. Sin. vom Compl. der Polhöhe und der Abweichung, halbire den übrig bleibenden Log. Sin. und suche dessen Bogen, so ist das doppelte desselben der Abstand des Sterns vom Meridian im Bogen, der nach §. 176. in Zeit verwandelt und zufolge der Bemerkung im §. 857. reducirt, zur Culminationszeit des Sterns addirt oder davon subtrahirt wird, und die gesuchte wahre Zeit der Nacht giebt. Folgendes Beyspiel zeigt zugleich die Form der Rechnung.

§. 859. Es sey auf der See unter der nördlichen Polhöhe von 32° 12′ und geschätzten westlichen Länge von Paris 38° 30′ den 8ten July 1807, am westlichen Himmel die wahre Höhe des Regulus, 20° 7′ und damit dessen Abstand vom Zenith 69° 53′ beobachtet, als die Uhr auf dem Schiff 7 Uhr 42′, 1 zeigte. Die Abweichung des Sterns war 12° 54′ nördlich. So steht die Rechnung also:

Wahrer Abstand vom Zenith	69°	53		Log. Sin.
Compl. der Polhöhe = =	57	48	=	9.92747
Compl. der Abweichung =	77	6	=	9.98890
Summa	204°	47	=	9.91637
½te	102	23½		
α =	44	35½	=	9.84636
β =	25	17½	=	9.63065
				9.47701
				9.91637
			Rest	9.56064
			½te	9.78032

Ist der Log. Sin. von 37° 5′.2 = 74° 10′
= 4 St. 56′, 7 Abst. v. M.

Nun verändert sich am 8ten July in 24 St. die gerade Aufst. der ☉ 4′ 7″ folglich in 4 St. 56′, 7 subtr. = 0 8

4 St. 55′, 9 ☉ Zeit

Der Stern culminirte am 8.
July unter dem Meridian
des Schiffes = = = = 2 St. 50, 7 Ab.

So ergiebt sich die gesuchte
wahre Zeit = = = = 7 U. 46, 6 Ab. *).
Auf dem Schiff zeigte die Uhr 7 — 42, 1

blieb also nach wahrer Zeit zurück 4, 5

Auf eine ganz ähnliche Art wird auch die Rechnung bey einer Beobachtung der Sonnenhöhe geführt **).

§. 860. Die dritte Methode, auf der See die Zeit des Tages zu finden, ist durch gleich große Vor- und Nachmittag genommene Sonnenhöhen. Wenn man des Vormittags ohngefähr um 9 Uhr die Höhe der Sonne mit dem Reflexionsoctanten gemessen, (die Höhe selbst braucht nicht bekannt zu seyn) so befestigt man die Regel am Gradbogen, und bemerkt in dem Augenblick, was eine regelmäßige, das ist, gleichförmig gehende Taschenuhr, auf dem Schiff

---

*) Man hat auch so genannte Stundentafeln verfertigt, wodurch sich für eine gegebene Polhöhe, Abweichung und beobachtete Höhe, der Abstand des Sterns oder der Sonne vom Meridian, oder der Stundenwinkel finden läßt; wobey man nur den Proportionaltheil für den Unterschied jedes dieser drey Stücke von den in den Tafeln angesetzten Graden berechnen darf. Die vollständigsten Stundentafeln hat de la Lande in seiner Abrégé de Navigation geliefert, sie nehmen 300 Seiten in 4. ein.

**) Liegt die Abweichung der ☉ oder der Sterne nicht auf der Seite des überm Horizont sichtbaren Pols, so ist der Abstand vom Pol oder das Compl. der Abweichung nicht 90° — der Abweichung sondern 90° + derselben.

zeigt. Hierauf beobachtet man des Nachmittags, nach eben dieser Uhr die Zeit, da die Sonne eine gleiche Höhe erreicht. Das Mittel aus beyden Zeiten, oder die halbe Summe der Stunden, die von der zunächst vorhergehenden Mitternacht verflossen sind, giebt an, was diese Uhr im wahren Mittag gezeigt. Z. B. des Vormittags war es an der Uhr bey der Beobachtung = = = = = = 9 Uhr 45′
und des Nachmittags 2 Uhr 23′, oder = 14 — 23′

2) 24 — 8′

Zeit des wahren Mittags nach der Uhr 12 Uhr 4′
welche demnach um 4 Min. der Sonne voreilte. Den andern Tag wird ein gleicher Versuch angestellt, wenn die Witterung es erlaubt, um zu sehen, ob die Uhr ihren voreiligen Gang gleichförmig behalten, und welche Verbesserung man etwa einige Tage hindurch bey ihrer Zeitangabe vorzunehmen habe. Es ist aber hiebey noch zu merken, daß, wenn sich die Abweichung der Sonne in 24 Stunden merklich ändert, wie im März und September geschieht, und wenn überdem das Schiff in der Zwischenzeit der Beobachtungen um viele Meilen fortgesegelt ist, die Sonne in gleichen Vor- und Nachmittagsstunden nicht gleich hoch stehe, so, daß der Seefahrer zu mehrerer Genauigkeit noch hierüber Rechnung zu halten hat. (§. 207 — 211.) Bey Beobachtungen gleicher Höhen eines Sterns fällt die letztere Reduction weg, weil sich die Abweichung in der Zwischenzeit nicht verändert.

§. 861. Die vierte Methode auf der See die Zeit zu finden ist eine vom Hrn. D. Koch zu Danzig sehr sinnreich vorgeschlagene, nemlich: Solche aus der beobachteten gleichen ob wol unbekanuten Höhe zweyer Fixsterne zu bestimmen *). Er hat hiezu 41 Sterne der 1. 2 oder 3 Größe gewählt und in 23 Paare abgetheilt; dann in seinem unten benannten Buche, in 30 Tafeln, die für den Danziger Meridian und verschiedene Polhöhen berechnete astronomische **) mittlere Sonnenzeit, da jedes Sternpaar einerley Höhe über dem Horizont hat, dergestalt für die Jahre 1797 bis 1860 angegeben, daß sie diese Zeit, im Schaltjahre für den 1sten Jan. des nemlichen Jahrs, im gemeinen Jahre aber für den 31sten Dec. des nächst vorhergehenden Jahres darstellen. Dann wird diese Zeit auf jeden andern Meridian und auf jeden Tag des Jahres reducirt. Von jedem der erwählten 23 Paar Sterne befindet sich zur Zeit ihrer gleichen Höhe der eine an der Ost-, der andere an der Westseite des Meridians und zwar in ziemlich gleichem Abstand von selbigem. Sie verändern daher sodann ihre Höhe ohngefähr gleich stark, aber auf entgegengesetzte Art.

§. 862. Um nun nach einer Uhr von der man

*) S. dessen astronom. Tafeln zur Bestimmung der Zeit ꝛc. vorzüglich zum Nutzen der Schiffahrt berechnet, 8. Berlin und Stralsund 1797. Ist auch ein Anhang zu meinen astronom. Jahrbuch für 1799.

**) Bey den Astronomen wird der Tag von Mittag an gerechnet und es werden oft von da bis zum folgend. Mittag 24 Stunden in einem fortgezählt. S. den Abschnitt von der Chronologie.

auf der See zu wissen wünscht, ob und wie viel selbige von der mittlern Sonnenzeit abweiche, den Zeitpunct durch Beobachtungen zu finden, da beyde Sterne einerley Höhe über dem Horizont hatten, so nehme man den Octanten, stelle ihn zu einer Zeit, da der östliche der beyden Sterne noch merklich niedriger als der westliche steht, ohngefähr auf die Höhe des einen, richte ihn gleich darauf nach dem andern und wiederhole dies Verfahren, bis man den östlichen Stern nur etwa noch einen Grad niedriger als den westlichen schätzt; sodann wird die Regel des Instruments auf die Höhe des einen (gleichviel welchen) sehr genau gestellt und die Uhrzeit bemerkt. Man wende sich nun mit völlig unveränderter Stellung der Regel gegen den andern Stern, warte die Uhr-Zeit ab, da derselbe eben die Höhe erreicht (die Höhe selbst braucht vom Instrument nicht genommen zu werden) so giebt das Mittel aus beyden bemerkten Zeiten (nemlich beyde addirt und mit 2 div.) mit hinlänglicher Genauigkeit die gesuchte Zeit der Uhr. Beyspiele zum leichten und bequemen Gebrauch dieser Methoden zeigt der angeführte Tractat des Hrn. D. Koch *).

---

*) Auch Sonnen- Mond- und Sternen-Uhren, deren Beschreibung in der Gnomonik vorkömmt, sind Hülfsmittel, auf der See die Zeit des Tages oder der Nacht beyläufig zu finden. Die beyden erstern dienen dazu freilich wol nur wenn das Schiff vor Anker oder im Hafen liegt; leztere aber sind auch beym Segeln desselben, durch Beobachtungen des Polarsterns und der Sterne des großen oder kleinen Bären, anwendbar. Siehe den Abschnitt von der Gnomonik.

Von der Länge auf der See, und verschiedene Methoden, dieselbe zu finden.

§. 863.

Die große Wichtigkeit dieser Aufgabe, und die sehr ansehnlichen Preise, welche die englische Nation auf die beste und genaueste Auflösung derselben gesetzt, hat schon seit vielen Jahren mehrere berühmte Astronomen und Künstler aufgemuntert, mit gemeinschaftlichem Fleiße daran zu arbeiten. Es sind hiernach verschiedene zur Erfindung der Meereslänge dienliche Methoden vorgeschlagen, und auch einige bisher auf dem festen Lande gewöhnliche auf der See anwendbarer gemacht worden; allein ob man gleich überhaupt gestehen muß, daß noch keine allen hiebey vorkommenden Bedingungen ein völliges Genüge leistet, so ist doch bey richtiger Anwendung der gegenwärtigen Hülfsmittel (nemlich genaue Instrumente, Beobachtungen und Berechnungen) dieses berühmte Problem mit erforderlicher Genauigkeit aufgelöst.

§. 864. Die Preisaufgabe ist eigentlich folgende: *Wenn der Seefahrer durch eine astronomische Beobachtung die Zeit des Meridians weiß, unter welchem sich sein Schiff auf der offenbaren See befindet, zu erfahren, wie viel im gleichen Augenblick die Uhr an einem andern Orte sey, dessen Meridianlänge als genau bekannt angenommen werden kann.* Weil auf 24 St. alle 360° der Länge gehen,

und die Sonne von Osten gegen Westen in dieser Zeit scheinbar den ganzen Himmel umläuft, so liegt ein Ort, der z. B. eine Stunde weniger oder mehr als ein anderer zählt, um 15° west- oder ostwärts, wie aus der mathematischen Erdbeschreibung bekannt ist. Daher würde nun der Seefahrer unmittelbar und ohne weitere Untersuchung die Meereslänge finden können, **wenn eine Uhr so vollkommen zu verfertigen wäre, daß ihr Gang sich während einer langen Seereise von mehrern Monaten nicht merklich veränderte.** Denn wenn er diese Uhr bey der Abreise des Schiffs aus einem Hafen mitnähme und auf die wahre Sonnenzeit desselben stellte, so würde sie auf der See an allen Orten, wo das Schiff hinkömmt, beständig die Zeit jenes nach seiner Länge bekannten Hafens richtig anzeigen. Fände dann der Schiffer nach irgend einer der vorigen Methoden, wie viel es an der Zeit auf seinem Schiffe sey, so würde der bemerkte Unterschied zwischen dieser Zeit und der Zeit der mitgenommenen Uhr sehr leicht auf die Berechnung der geographischen Länge des Schiffs, oder dessen Entfernung vom ersten Meridian, führen.

§. 865. Ich setze z. B. Ein Steuermann hätte bey seiner Abreise aus London eine dergleichen Seeuhr nach dem Meridian dieser Stadt richtig gestellt, und fände nun auf der See, an einem Ort, dessen Breite ihm bekannt ist, durch die aufgehende Sonne, oder eine Höhenmessung derselben, daß es auf seinem Schiff um 5 Uhr 18 Minuten Morgens sey.

Seine mitgenommene Seeuhr aber zeigte in selbigem Augenblick, daß London schon 9 Uhr 12′ zähle,

so wäre der Zeitunterschied = 3 St. 54′. Da nun auf jede 4 Minuten Zeit, ein Grad der Länge geht, so tragen 3 St. 54′ = 234′ Zeit . . . $\frac{234}{4}$ = 58° 30′ aus, (§. 177.), um welche das Schiff, da es weniger zählt, vom Londner Meridian gegen Westen sich befindet. Es ist aber die Länge von London 17° 35′

Es ist aber die Länge von London	17°	35′
	+ 360	0
	377	35
Entfernung des Schiffs westlich . . .	— 58	30
Folglich die Länge des Schiffs =	319	5

Da nun der Schiffer auch die Polhöhe oder Breite seines Schiffs weiß, so kann er dessen Ort in den Seecharten richtig eintragen. Wäre diese Breite z. B. 45° nördlich, so müßte er sich in der Nähe des Cap Breton bey Nordamerika, und wäre sie 50° südlich, in der Gegend der Falklands-Inseln bey Südamerika befinden.

§. 866. Allein eine solche vollkommene Uhr, deren Gang bey allen Schwankungen des Schiffs und bey der verschiedentlichsten Lufttemperatur der Erdzonen, wenigstens in einigen Monaten, durchaus gleichförmig bliebe, haben die größten Künstler noch nicht zu Stande bringen können. Der englische Uhrmacher Harrison überreichte im Jahr 1761 der über die Untersuchung der Meereslänge vom Parlament gesetzten Commission,

seine neue Seeuhr, die er **Zeitmesser** nannte, und allen Erfordernissen ein Genüge leisten sollte *). Der erste Versuch, welcher mit derselben zur See gemacht wurde, fiel so glücklich aus, daß Harrison 10000 Pfund Sterling, als die erste Hälfte des Preises, wirklich erhielt; als aber nachher der Königliche Astronom zu Greenwich, Hr. D. **Maskelyne**, diese Uhr auf einer Seereise von 6 Wochen, zur weitern Untersuchung mitnahm, fand er solche Unrichtigkeiten in ihrem Gange, daß sie die Länge bis auf einen ganzen Grad unbestimmt ließ. Es waren aber durch eine bereits unter der Königinn **Anna** im Jahr 1714 publicirten Parlamentsacte demjenigen 20000 Pfund Sterling versprochen, der die Meereslänge bis auf einen halben Grad zu finden Mittel angeben könnte **), und so wurde dem Harrison die andere Hälfte des Preises versagt. Nachher haben **Berthoud** und **le Roy** in Frankreich, **Arnold**, **Mudge** und **Emery** in England mit einem glücklichern Erfolg sehr genaue Seeuhren zu Stande

*) Es ist leicht einzusehen, daß eine solche Uhr von einer Spiralfeder oder einem Balancier in Bewegung erhalten wird, da Penduluhren auf einem schwankenden Schiff nicht anwendbar sind.

**) Wenn der Seefahrer jedesmal auch nur bis auf einen halben Grad die Meereslänge bestimmen könnte, so wäre die Aufgabe für die Schiffarth schon hinreichend aufgelößt, denn der hieraus entspringende Fehler beträgt, selbst unter dem Aequator, wo er am größten wird, 7½ Meile, unterm 60sten Grad der Breite aber nur 3¾ Meilen, und bis auf diese Weite kann der Schiffer auf der offenbaren See, zumal aus dem Mastkorbe, schon die Küsten oder ihm gefährliche Klippen rc. erkennen.

gebracht *), und letztere auch tragbare Zeitmesser (Chronometer) geliefert, die alles, was menschliche Kunst vermag, in sich vereinigen, und wegen ihres ungemein gleichförmigen Ganges, zur richtigen Bestimmung auf weiten See- und Landreisen, folglich zur Erfindung der Meereslänge oder der Meridian Unterschiede auf der See die besten Dienste leisten **).

§. 867. So bequem aber auch ein dergleichen Zeitmesser oder Chronometer zur Erfindung der Meereslänge immer seyn mag, so ist es doch gefährlich, die Wohlfahrt und oft das Leben der Seefahrer einer solchen, schon auf dem festen Lande, geschweige denn auf einem Schiff, mancherley Zufällen unterworfenen Maschine gänzlich und allein anzuvertrauen, zumal, da deren geringste tägliche Abweichung auf langen Seereisen einen sich anhäufenden schädlichen Irrthum zuwege bringen kann. Denn gesetzt, die Uhr wiche, wegen den von Wind und Wellen erregten beständigen Schwankungen des Schiffs, und wegen der so sehr ungleichen Temperatur Trockenheit u. Feuchtigkeit der Luft, unter verschiedenen Himmelsstrichen, die der Seefahrer durchsegelt, nach

*) Auch ein deutscher Künstler Armand in Rendsburg hat See-Uhren verfertigt, die die Länge bis auf einen halben Grad angeben.

**) Ueber den äußerst vortheilhaften Gebrauch der Chronometer und hadleyschen Reflexionssextanten zur Erfindung der geographischen Länge auf der Erde und dem Meere haben der Hr. Graf von Brühl, der Freyherr von Zach und andere in meinen astronomischen Jahrbüchern viele Beobachtungen geliefert. Hr. Bergrath Seyffert in Dresden verfertigt gleichfalls sehr genaue Chronometer.

24 St. nur um 6 Sec. von der richtigen Zeit ab, so würde der Fehler nach einer Reise von 4 Monaten, 12 Min. austragen, und 3 Grad (unterm Aequator 45 Meilen) Unrichtigkeit in Bestimmung der Länge hervorbringen. Man ist deswegen wieder auf andere Vorschläge zurückgekommen, die auch schon vorhin zum Theil bekannt und im Gebrauch waren *).

§. 868. Da man anjetzt mehr wie jemals den Lauf der Himmelskörper genau kennt, so bieten die astronomischen Jahrbücher oder Ephemeriden, welche den täglichen Lauf und Stand der Sonne und des Mondes nach allen Umständen, so wie die jährlichen Himmelsbegebenheiten umständlich im voraus berechnet enthalten, mannigfaltige Gelegenheit zur Erfindung der Meereslänge dar. Bey einigen Himmelsbegebenheiten wird bloß der auf der See beobachtete Unterschied der Zeit ihrer Erscheinung von der Zeit des bekannten Meridians, für welchen diese Ephemeriden berechnet worden, den Meridianabstand des Schiffs von jenen Meridianen in Zeit, angeben, bey andern kommt man durch eine, wiewol umständlichere Berechnung, gleichfalls zu diesem Zweck. Allein die mehresten Himmelsbegebenheiten lassen sich nur durch Fernröhre genau beobachten, welche, zumal wenn sie lang seyn oder ansehnlich vergrößern müssen, wegen der beständigen Bewegung des Schiffes, sehr schwer anzubringen sind. Unterdessen hat erst seit dem Jahr 1758 Dollond in

*) S. Hassencamp kurze Geschichte der Bemühungen, die Meereslänge zu finden. 2te Ausgabe. 8. Lemgo 1774.

England *) viel kürzere, und doch eben so stark als die gemeinen, vergrößernde so genannte achromatische (farbenfreye) Fernröhre erfunden, und Irwin (gleichfalls ein Engländer) einen sogenannten Seestuhl oder Sessel ausgedacht, welcher in der Gegend des großen Mastes auf dem Verdeck eines Schiffs dergestalt aufgehängt wird, daß der darauf sitzende Beobachter wenig von den Schwankungen des Schiffes empfindet, und bey einiger Uebung den zu beobachtenden Himmelskörper im Fernrohr ziemlich ruhig erhalten kann, durch welche nützliche Erfindungen die Beobachtung der zur Erforschung der Meereslänge brauchbaren Himmelsbegebenheiten, als Sonnen- und Mondfinsternisse; Bedeckungen der Fixsterne vom Monde **); Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, Vorübergänge der Venus und des Merkur vor der Sonne, auf der See erleichtert worden.

§. 869. Eine Sonnenfinsterniß stellt sich aber für einen gewissen bestimmten Ort der Beobachtuug nur selten ein, und selbst, auch wenn sie auf der See genau beobachtet worden, erfordert doch die sich dabey

*) Dieser berühmte Künstler starb den 30sten November 1761. Seine Söhne und sein Schwiegersohn Ramsden haben vortrefliche achromatische Fernröhre geliefert. Letzterer ist besonders durch Verfertigung äußerst genauer astronomischer Meß-Instrumente berühmt geworden, aber auch schon vor etwa 7 Jahren gestorben.

**) Man hat neulich auch die Beobachtungen der Entfernungen der Planeten vom Monde hiezu empfohlen, da jetzt die Tafeln des Laufs derselben zu der dabey nöthigen Genauigkeit gebracht sind.

einmischende Parallaxe des Mondes eine weitläuftige Rechnung, um daraus mit Beyhülfe der Ephemeriden, die die Erscheinung und Phasen derselben für einen bekannten Meridian angeben, die Länge des Schiffs zu finden, deren Ausführung man auch einem geschickten Seefahrer schwerlich zumuthen darf. Die Bedeckungen der Fixsterne vom Monde geschehen auch nicht so häufig, als man erwarten sollte; (§. 703.) sie sind vornemlich, wenn der Mond stark erleuchtet ist, nur durch Fernröhre sichtbar, und die dabey vorkommenden trigonometrischen Rechnungen zur Erfindung der Meereslänge, sind eben so beschwerlich, als die bey den Sonnenfinsternissen, wovon §. 693—697 und 710 Beispiele vorkommen.

§. 870. Die Beobachtungen der Verfinsterungen der Jupiterstrabanten können ungemein brauchbar angewendet werden, auf dem festen Lande den Meridianunterschied der Oerter zu finden, und seit ihrer Entdeckung sind die geographischen Längen sehr vieler Städte, Häfen, Küsten, Inseln bekannt geworden oder berichtigt, und überhaupt unsere Land- und Seecharten ungemein verbessert worden. Der Ein- und Austritt derselben, in und aus dem Schatten des Jupiters, wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterschiede ihrer Meridiane, in verschiedenen Stunden gesehen. Diese Verfinsterungen lassen sich oft bemerken, indem monatlich verschiedene über dem Horizont eines Orts sichtbare vorfallen. Auf einem fortsegelnden Schiffe macht es aber Schwierigkeit, dergleichen Beobachtungen genau anzustellen,

wenn dieser nicht durch die vorhin erwehnten Erfindnngen von Dollond und Irwin wenigstens zum Theil abgeholfen wird. Gesetzt nun, bey dieser Veranstaltung beobachtet der Seefahrer einen Eintritt des ersten Trabanten um 9 Uhr 28′ Abends, nach der Zeit auf seinem Schiffe; die französischen Ephemeriden zeigen ihm aber, daß dieser Eintritt zu Paris um 4 Uhr 16′ geschehen soll, so weiß er sogleich hieraus, da er mehr zählt, daß er 5 Stunden 12′ = 78° vom Pariser Meridian ostwärts segelt, und da Paris unter den 20° der Länge gesetzt wird, die Länge seines Schiffs 98 Grad seyn müsse.

§. 871. Die Mondfinsternisse geben auch ein Mittel an die Hand, um die Länge auf der See zu finden. Die Erscheinungen derselben treffen auch für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken ein, ob selbige gleich alsdann verschiedene Stunden zählen. Der auf der See bemerkte Zeitunterschied, z. B. beym Eintritt des Mondes in den Erdschatten, zwischen der Uhrzeit auf dem Schiff und der Zeit, welche die Französischen, Englischen, oder die hiesigen astronomischen Jahrbücher nach dem Pariser, Londner oder Berliner Meridian für eben diesen Eintritt oder Anfang der Finsterniß ansetzen, giebt unmittelbar die Entfernung des Schiffs von einem dieser bekannten Meridiane, und folglich dessen Länge. Zudem lassen sich auch die Mondfinsternisse mit bloßen Augen, auf etwa zwey bis drey Minuten, genau beobachten, so daß der Seefahrer allenfalls Fernröhre dabey entbehren, und sich dennoch versichert halten kann, mit Zuziehung der Ephemeriden,

die Meereslänge bis auf einen Grad gefunden zu haben, in deren Schätzung er oft bey langen Seereisen, und wenn das Schiff einigemal durch Stürme verschlagen worden, um verschiedene Grade fehlen kann. Allein diese Himmelsbegebenheiten fallen gewöhnlich nur von 6 zu 6 Monaten ein, und es giebt nicht selten Jahre, worin sich keine Finsterniß am Monde ereignet.

§. 872. Da nun die Sternkunde, außer den bisher erzählten, keine augenblicklichen Erscheinungen, die auch zugleich oft genug vorfallen, zur Erfindung der Meereslänge darbietet, so haben schon längst verschiedene der ältern Astronomen, unter andern Frisius, Kepler, Longomontan, Morin, Halley, vorgeschlagen, den Lauf des Mondes selbst, oder dessen Abstände von der Sonne oder bekannten Fixsternen, die in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, zu diesem Endzweck anzuwenden. Denn nachdem seit 50 Jahren die Mondtafeln, durch Eulers und Mayers Bemühungen *) den Ort des Mondes, für eine jede Zeit, mit einer hiezu erforderlichen Ge-

*) Leonhard Euler wurde 1707 den 15. April zu Basel geboren, und starb zu Petersburg den 18. September 1783. Tobias Mayer wurde den 17. Februar 1723 zu Marbach im Würtembigischen geboren, und starb zu Göttingen den 20. Feb. 1762. Daß Mason, Bürg und Triesnecker nachher noch genauere und vollständigere Mondtafeln geliefert, ist schon oben §. 481. bemerkt. Im vierten Supplementbande zu meinen astronomischen Jahrbüchern stehen die von Hrn. Oltmanns nach de la Place und Bürg's Gleichungen berechneten genauen Mondtafeln.

nauigkeit angeben, konnten die Sternkundigen diesen Entschluß fassen. Tobias Mayers Mondtafeln wurden von der Englischen, über die Erfindung der Meereslänge niedergesetzten Commission, approbirt, erschienen im Jahr 1770 zu London, und seine Erben erhielten eine Belohnung von 3000 Pfund Sterlinge; und eben so wurden L. Euler'n von dieser Commission 300 Pfund Sterlinge zuerkannt, für die von ihm erfundenen Lehrsätze, wovon Mayer bey seinen Mondtafeln Gebrauch gemacht. Seitdem wird diese Methode, nemlich die Meereslänge durch eine Ausmessung des Abstandes des Mondes von einem Fixstern, dessen Länge und Breite bekannt ist, zu finden, allgemein für die genaueste und sicherste unter allen gehalten, von deren Richtigkeit sich auch unter andern der Doctor Maskelyne auf seiner See-Reise durch die Erfahrung überzeugt hat.

§. 873. Zur Ausübung dieser Methode auf der See wird erfordert, daß erstlich: dem Seefahrer die dazu nöthigen weitläuftigen Mondberechnungen im voraus bekannt gemacht werden. Diese Rechnungen enthält der seit 1767 in London jährlich herauskommende Nautical-Almanac oder Schiffscalender, in welchem, außer dem Lauf der Sonne, des Mondes, der Planeten rc. in einem jeden Monat auf vier Seiten, für jeden Tag, ausgenommen die beym Neumond herum eintreffen, der wahre, oder aus dem Mittelpunct der Erde erscheinende, westliche oder östliche Abstand des Mondes-Mittelpuncts von der Sonne oder

einigen der hellsten Fixsternen *) von 3 zu 3 Stunden, unter dem Meridian zu Greenwich angesetzt ist. Diese Tafeln des Englischen Schiffscalenders sind auch seit 1774, auf den Pariser Meridian reducirt, seit 1798 aber für den Pariser Meridian besonders berechnet, der Connoissance des tems beygefügt. Bey der Berechnung des wahren (aus dem Mittelpunct der Erde gesehenen) Abstandes des Mondes von einem Stern für eine gegebene Stunde liegt die aus den neuesten Tafeln gefundene Länge und Breite des Mondes und des Sterns, und der daraus folgende Unterschied der Länge, so wie die Complemente beyder Breiten, zum Grunde. Hier werden die im §. 200. vorkommenden Regeln angewendet, wenn in Fig. 49. P den Pol der Ecliptik vorstellt, also statt gerader Aufsteigung, Länge, und statt Abweichung, Breite gerechnet wird; rt ist dann der zu suchende wahre Abstand des Monds vom Stern. Der Cosinus des wahren Abstandes des Mondes von der Sonne aber findet sich im Product des Cosinus vom Unterschiede der beyden Längen mit dem Cosinus der Breite des Mondes.

*) In einem jeden Monat kommen gewöhnlich 7 bis 8 in demselben sichtbare Sterne vor, und überhaupt finde ich im Nautical-Almanac und der Connoissance des tems den dreystündlichen west- oder östlichen Abstand des Mondes-Mittelpuncts von der Sonne und folgenden zehn Sternen: Markab, der helle vorn am Kopf des Widders, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares, Atair, der südliche an den Hörnern des Steinbocks, Fomahand.

§. 874. Dann muß der Seefahrer zweytens, mit dem Hadleyschen Octanten oder dem Englischen Schiffsquadranten, den scheinbaren Abstand oder den Bogen des größten Kreises der Himmelskugel, zwischen den erscheinenden nächsten Mond- und Sonnenrändern bey Tage, oder zwischen demjenigen Stern, der im Schiffscalender für den Tag der Beobachtung vorkömmt, und dem erleuchteten Mondrande bey Nacht, messen, und während der Zeit der einen oder andern Ausmessung, muß ein Gehülfe zugleich die Höhe, sowol des Mondes als des Sterns, oder der Sonne über dem Meerhorizont, wiewol nur beyläufig, beobachten. Die geographische Breite des Schiffes wird hiebey als bekannt vorausgesetzt, auch muß der Schiffer dessen Entfernung vom Greenwicher oder Pariser Meridian, nachdem er diese oder jene Ephemeriden braucht, ohngefähr schätzen können. Wenn nach den Umständen, der Abstand eines Sterns vom Monde, während der Morgen- oder Abenddämmerung, zu beobachten ist, so ist der bey der Höhenmessung zu gebrauchende Meerhorizont ohne Schwierigkeit zu erkennen; trifft sich solches aber mitten in der Nacht, so wird derselbe zuweilen durch den Mondschein sichtbar gemacht, oder er ist bey einiger Aufmerksamkeit durch das Fernrohr des Octanten zu erkennen. *)

*) Der scheinbare Abstand des Sterns wird allemal vom erleuchteten Mondrande genommen, weil der Mittelpunct des Mondes oft nicht sichtbar ist; vermittelst des, aus den Ephemeriden bekannten Halbmessers des Mondes, läßt sich alsdann leicht finden, wie groß dieser Abstand von dessen Mittelpunct

§. 875. Drittens ist es nothwendig, daß dem Schiffer die richtige Sonnenzeit, welche man unter dem Meridian seines Schiffs, im Augenblick der gemessenen Abstände und Höhen zählt, durch eine oder die andere vorher (§. 854 — 862) beschriebene astronomische Beobachtung bekannt sey; und dann hat er viertens eine Reduction vorzunehmen, nach welcher das, was die Refraction des Mondes und Sterns, imgleichen die Höhenparallaxe des erstern zwischen dem beobachteten scheinbaren und dem in selbigem Augenblicke aus dem Mittelpunct der Erde statt findenden wahren Abstand ändert, in Rechnung gezogen wird. Hierdurch erhält er für die Zeit der Beobachtung unter dem Meridian des Schiffs, den wahren Abstand des Sterns vom Mond, welcher mit dem im Nautical-Almanac, oder der Connoissance des tems für den Greenwicher oder Pariser Meridian angesetzten verglichen, den Unterschied der Meridiane und damit die geographische Länge des Schiffs auf dem Meer herausbringt.

Diese Reduction kann zum Theil mit hinlänglicher Genauigkeit mechanisch, nemlich: mit Zirkel und Lineal auf dem oben angezeigten Reductionskreise des de la Caille Fig. 155, welcher auf der Tafel XIX. Fig. III. zu diesem Zweck noch einmal vorgestellt und eingerichtet ist, gefunden werden.

§. 876. Z. B. ein Seefahrer beobachtet im stillen Meer, nordwärts von der Linie, da er die Breite seines Schiffs 40° 32′ gefunden, den Abstand des Mittelpuncts des Mondes vom Regulus 51° 28′, und zugleich war die scheinbare Höhe des Sterns 24° 48′,

und des Mondes Mittelpunct 12° 30′; die Horizontal-parallaxe des ☾ war nach der Pariser Connoissance des tems 56′ 15″. Er sucht hieraus vermittelst des Reductionskreises Fig. III. den wahren Abstand des Mondes vom Stern. Nachdem die beobachtete Höhe des Mondes und des Sterns am eingetheilten Umkreis der Figur bemerkt worden, wird der Höhencircul des Mondes A B und des Sterns D E gezogen; dann wird der beobachtete, also scheinbare, Abstand 51° 28′ im Meridian über den Horizont links, von o in r und unter denselben rechts von o in g getragen. Von diesen Puncten wird die Höhe des Sterns weiter gegen U gebracht, und damit der Parallelkreis H R für den Mond und i k für den Stern gezogen, so wie die Linie C U senkrecht auf diese beyden Parallelkreise. Nun nimmt man mit einem Zirkel auf dem Parallel des Mondes die Entfernung des Puncts T, wo die senkrechte Linie C U denselben durchschneidet, von W, wo dieser Parallel durch den Höhencircul des Sterns geht. Diese Weite T W ist diejenige Verbesserung des beobachteten Abstandes, welche von der Parallaxe des ☾ herrührt, wenn C U die horizontale ☾ Parallaxe = 56′ 15″ vorstellt, und findet sich hiernach 20′ 26″. Sie wird hier subtrahirt, weil W weiter vom Horizont liegt als T. Nun ist T W gleichfalls der erste Theil der Verbesserung des Abstandes, welche die Refraction dabey nothwendig macht, wenn T H die Refraction des Mondes in seiner wahren Höhe = 4′ 13″ angiebt, welche hiernach 1′ 35″ ist, und addirt wird, da die Verbesserung der Parallaxe subtractiv ist oder — hat.

Auf dem Parallelkreis des Sterns wird nun mit dem Zirkel die Weite zwischen dem Punct n, wo die senkrechte Linie CU denselben durchschneidet, und dem Punct o, wo diese Parallele durch den Höhencircul des Mondes geht, also n o genommen, welches der zweyte Theil der Refraction wegen nöthiger Verbesserung des Abstandes ist, wenn man n i als die dem Stern in dieser Höhe zukommende Refraction = 2′ 4″ ansetzt; n o ist hiernach 8″, und wird hier subtrahirt, weil o unterhalb n liegt *). Nun war

beobachteter scheinbarer Abstand	51°	28′	0″
Verbesserung wegen d. Parallaxe des ☾ T W —		20	26
1ste Verbesser. wegen d. Refract. des ☾ T W +		1	35
2te Verbess. wegen d. Refract. d. Sterns n o —			8
Demnach wahrer Abstand des Mittelpuncts des Mondes vom Regulus	51°	9′	1″

§. 877. Unter den verschiedenen Methoden die zur Berechnung der wahren Entfernung des Mondes von einem Stern oder von der Sonne aus der beobachteten scheinbaren bekannt geworden, wähle ich zuerst diejenige, welche de la Caille vorgeschlagen. Sie ist leicht auszuführen und giebt auch, wenn die gemessene Entfernung wie in den mehresten Fällen, über 15 Grad

*) Um nicht bey einer andern Parallaxe und Refraction den eingetheilten Kreis und den Horizont des Reductionskreises aufs neue entwerfen zu dürfen, gebraucht de la Caille besondere Maaßstäbe, und setzt solche in Verbindung mit dem Reductionskreis, woraus sein sogenannter Reductionsrahmen entsteht. Man kann sich aber auch dabey des Proportionalzirkels mit Nutzen bedienen.

geht, hinreichend genaue Resultate. Zur Erläuterung derselben mag das im vorigen §. stehende Beyspiel und die IV. Fig. Taf. XIX. dienen. Nachdem die der beobachteten scheinbaren Höhe des Mondes und des Sterns zukommende Refraction gesucht worden (s. die Tafel im §. 235), berechnet man den Winkel am Mond und Stern, und multiplicirt jede Refraction mit dem Cosinus des zugehörigen Winkels. Es sey Z der Scheitelpunct, M der Mond und S der Stern, so sind in dem sphärischen Dreyeck ZMS alle 3 Seiten aus Beobachtungen bekannt, nemlich ZM = dem Complement der Höhe des Mondes = 77° 30′, ZS dem des Sterns = 65° 12′ und MS = 51° 28′. Nach §. 51 V. findet man hieraus den Winkel am Mond ZMS = 68° 8′ und den Winkel am Stern ZSM = 93° 38′. Die Refraction für den Stern 2′ 3″ mit dem Cosinus 93° 38′ mult. giebt die erste Verbesserung der scheinbaren Entfernung 7″, und die Refraction des Mondes 4′ 16″ . Cos. 68° 8′, die zweite Verbesserung 1′ 35″. Ferner, die horizontale Parallaxe des Mondes 56′ 15″ . Cos. der Höhe des ☾ giebt 54′ 40″ = Höhenparallaxe des ☾ und diese mit dem Cos. des Winkels am Mond multiplicirt, giebt die dritte Verbesserung 20′ 21″. Die Refraction hebt nun den Stern aus S in s, nimmt man Mk = MS und fällt das Perpendicul Sk, so bestimmt sk = Ss . Cos. sSM = 7″, wie viel die Refraction des Sterns die scheinbare Entfernung vergrößert hat, weil der Winkel am Stern stumpf ist. Der Mond wird wegen der Refraction von M bis m gehoben, zieht man Sm, verlängert solche

bis n, wo Sn = SM, und fällt das Perpendicul Mn, so giebt mn = Mm . Cos. mMS oder ZMS = 1′ 35″ an, wie viel hier, da der Winkel am Mond spitz ist, die Refraction des Mondes die scheinbare Entfernung verringert. Endlich wird der Mond durch die Parallaxe aus M in p erniedrigt, demnach ist eigentlich sp die scheinbare Entfernung. Nimmt man sr = sM, und zieht Mr senkrecht auf sp, so giebt die Höhenparallaxe Mp . Cos. Mpr . . . pr = 20′ 21″, wie viel diese Höhenparallaxe die scheinbare Entfernung vergrößert. Folglich wird 51° 28′ — 7″ + 1′ 35″ — 20′ 21″ = 51° 9′ 7″ die berechnete wahre Entfernung des Mondes vom Stern *), welches sehr genau mit dem, was mir eine größere Zeichnung wie Fig. III. gegeben, zustimmt.

§. 878. Eine zweyte sehr kurze und bequeme Methode zur Erfindung der wahren Entfernung aus der beobachteten scheinbaren ist die von Dunthorn vorgeschlagene, bey deren Ausführung folgende Tafel mit zu Hülfe genommen wird, die ich hier im Auszuge hersetze **).

---

*) Da hier die Puncte S und s, M und m, M und p nahe beysammen fallen, so konnte man den Winkel am Mond ZMS = mMs = MpS setzen, und eben dies ist der Fall beym Stern, wobey sSM = ZSM gesetzt werden kann.

**) Die Angaben dieser Tafel finden sich, aus: Logarithm. Cosinus der scheinbaren Höhe des ☾ — Log. Cosinus der wahren Höhe desselben + Log. Cos. der scheinb. ☉ oder Sternen=Höhe — Log. Cos. ihrer wahren Höhe, ich habe, zu mehrerer Bequemlichkeit der Rechnung, statt der hier

Horizontale Parallaxe des Mondes.

Höhe des ☾	54′	56′	58′	60′	62′
10°	9977	9976	9975	9974	9973
20	9951	9949	9946	9944	9942
30	9926	9923	9919	9916	9913
40	9904	9900	9896	9892	9888
50	9884	9880	9885	9871	9866
60	9868	9864	9859	9854	9849
70	9858	9852	9846	9841	9836
80	9851	9845	9840	9834	9828

Man subtr. vom Cosinus des Unterschiedes der scheinbaren Höhe, den Cosinus des beobachteten scheinbaren Abstandes, (wenn der Abstand über 90° ist, wird addirt) multiplicirt den Rest mit dem aus voriger Tafel zufolge der horizontalen Parallaxe und der Höhe des ☾, gefundenen Decimalbruch. Der Unterschied zwischen diesem Product und dem Cosinus des Unterschiedes der wahren Höhen, ist der Cosinus der gesuchten wahren Entfernung. Ich wähle abermals das vorige Beyspiel. Also:

Unterschied der beobachteten scheinb. Höhe des Mondes und Sterns 12° 18′	Cos. 0,97704
beobachteter scheinbarer Abstand 51° 28′	Cos. 0,62297
	0,35407

restirenden Logarithm. Decimalbrüche als Multiplicatores in der Tafel angesetzt.

für 56′ 12″ horizont. Parallaxe ☾ und
12° 30′ Höhe giebt die Tafel 0,9969,
nun ist 0,35407 · 0,9969 = 0,35297
Untersch. der wahren Höhe vom Mond
und Stern 11° 25′ 33″ *) Cos. 0,98018

Cos. 0,62721

Dies ist der Cosinus von 51° 9′ 16″ = gesuchte wahre Entfernung (bis auf einen geringen Unterschied wie oben).

§. 879. Der Chevalier de Borda hat folgende Auflösung dieser wichtigen Aufgabe empfohlen, die sehr vielen Beyfall gefunden. Es sey der gemessene scheinb. Abstand des Mondes von der Sonne = 102° 30′ = d; das Compl. der gemessenen Mondhöhe = 62° 30′ = a; die gemessene Sonnenhöhe = 74° 35′ = b; das Compl. der wahren Mondhöhe = 61° 41′ 13″ = f; der wahren Sonnenhöhe = 74° 38′ 17″ = g; der zu suchende wahre Abstand = x. So ergeben sich, um diese vortheilhafte Methode anzuwenden, unter andern folgende Formeln, die überhaupt so allgemein sind, daß sie zugleich einen Fall in der sphärischen Trigonometrie (nemlich §. 51. den IIIten) zu berechnen erleichtern.

*) Nemlich nach §. 876. scheinbare Höhe

des ☾	12°	30′		des Sterns	24°	48′
Refr.	— 4	16		Refr.	—	2′ 3″
Parall.	+ 54	40		wahre Höhe	24°	45′ 57″
wahre Höhe	13	20	24			
Unterschied	11°	25′	33″			

Der Sinus eines gewissen Winkels P ist:

$$= \frac{\sqrt{\text{Sin.}\,\frac{a+b+d}{2}.\ \text{Sin.}\,\frac{a+b-d}{2}.\ \text{Sin. f. Sin. g.}}}{\text{Sin.}\,\frac{f+g}{2}.\ \sqrt{\text{Sin. a. Sin. b.}}}$$

und dann: $\text{Sin.}\ \frac{1}{2}\ x = \text{Cos. P. Sin.}\ \frac{f+g}{2}$.

Die Form der Rechnung steht mit Logar. also *):

$\frac{a+b+d}{2} = 119^\circ\ 47'\ 30'' = c$ — Log. Sin. 9.938438

$\frac{a+b-d}{2} =$ 17 17 30 = e — 9.473101

61 41 13 = f — 9.944665

74 38 17 = g — 9.984199

9.340403

½) 9.670201

Log. Sin. a. 9.947929

— — b. 9.984085

9.932014

½ 9.966007

$\frac{f+g}{2} = 68^\circ\ 9'\ 45'' = h$

Log. Sin. 9.967661

+ 9.933668

Log. Sin. P. . 9.736533

33° 2′ 11″

Log. Cos. P. 9.923412

9.891073 = Log. Sin. ½ x = 51° 5′ 55″ . 2
= 102° 11′ 10″ = x = der gesuchte wahre Abstand.

§. 880. Hr. Staatsrath v. Fuß theilt im astron. Jahrb. 1784. Seite 180 und 181 folgende Formel zur Berechnung des wahren Abstandes des Mondes von einem Stern aus dem beobachteten scheinbaren mit, die

*) S. astron. Jahrb. 1785. Seite 181.

auch leicht zu berechnen ist: Es sey h die beobachtete scheinbare Höhe des Mondes = 31° und h′ die des Sterns = 19°; ferner δ die Verbesserung der ☾ Höhe durch Parallaxe und Refraction = + 48′ 5″ — 1′ 35″ = + 46′ 30; r die Verbesserung der Sternhöhe durch die Refraction, = — 2′ 44″; d der gemessene scheinbare Abstand 18° 10′ und d′ der zu suchende wahre. Endlich $s = \frac{h + h' + d}{2}$; so ist die Formel folgende:

$$\text{Cos.}\, d' = 2\, \text{Cos.}\, s.\ \text{Cos.}\,(s - d)\ \text{Sec.}\, h.\ \text{Sec.}\, h'.\ \text{Cos.}\,(h + \delta)\ \text{Cos.}\,(h' - r) - \text{Cos.}\,(h + \delta + h' - r)$$

und die Rechnung steht mit Logarithm. also:

$s = \frac{h + h' + d}{2} = 34° 5'$ — — Log. Cos. 9.918147
Cos. (s — d) 15° 55′ — — — — — 9.983022
Sec. h 31° oder Compl. arithm. Cos. 31° *) 0.066934
Sec. h′ 19° od. Compl. arithm. Cos. 19° — 0.024330
Cos. (h + δ) 31° 46′ 30″ — — — — 9.929481
Cos. (h′ — r) 18° 57′ 16″ — — — — 9.975789
— — 9.897703
mult. mit 2 oder + Log. 2 — — 0.301030
Zahl = 1.580276 — 0.198733
— Cos. (h + δ + h′ — r) = 50°
43′ 46″ — — — 0.632985
Cos. d′ — 0.947293
18° 41′ 7″ welches der gesuchte wahre Abstand ist.

---

*) Die Logarith. der Secanten selbst, kommen in den trigonometrischen Tafeln gewöhnlich nicht vor, sind auch entbehrlich, weil man dafür das arithmetische Complement ihrer Logar. Cosinus zu 10.000000 nehmen kann.

§. 881. Endlich giebt der Director Reinke in seinem Tractat: Anweisung aus einer beobachteten Distanz des Mondes von der Sonne oder einem Fixstern, die geographische Länge zu finden, 8. Hamb. 1803. eine sehr kurze Auflösung der bisherigen Aufgabe, mittelst dreyer Hülfstafeln. Ich setze als ein Beyspiel die Form der Rechnung her. Es sey beobachtet: Scheinbarer Abstand des ☾ von der ☉ 108° 17′ 26″; scheinbarer Abstand des ☾ vom Zenith 64° 31′ 54″; der ☉ 66° 41′ 56″; wahrer oder durch Parallaxe und Refraction verbesserter des ☾ 63° 43′ 44″; der ☉ 66° 44′ 0″; horizontal Parallaxe des ☾ 55′ 34; hiernach ist Unterschied des scheinb. Abstandes vom Zenith 2° 10′ 2″; des wahren 3° 0′ 16″ und die Rechnung steht wie folget:

Cos. 2° 10′ 2″ — — — — —		0,999285 } *)
Cos. 108° 17′ 26″ — — — —		0,313836 }
		1,313121
	Log.	0,118304
Hülfstafel A Corr. ☾ + 2950 }	— —	2839
— B Corr. ☉ — 111 }		
Die Hülfst. C gilt für einen Stern.	Log.	0,115465
	Zahl	1,304515
Cos. 3° 0′ 16″		0,998625
72° 11′ 18″	Cos.	0,305890
180° 0′ 0″		
gesuchter wahrer Abst. 107° 48′ 42″.		

*) Wird addirt, weil der gemessene Abstand über 90° ist, sonst subtr.

§. 882. Nunmehr muß der Seefahren die wahre Sonnenzeit auf seinem Schiff wissen, da die Beobachtung des Abstandes im Beyspiel §. 876. 877 u. 878. angestellt worden. Diese kann er nach den vorigen Anweisungen §. 856—869. finden, so wie gleichfalls aus Fig. III. Taf. XIX. Zur Höhe des Aequators 49° 28' (§. 876.) die nördliche Abweichung des Regulus 12° 54' addirt, giebt dessen Mittagshöhe über dem Horizont 62° 22' und davon subtrahirt, dessen Tiefe im Meridian unter dem Horizont = 36° 34'. Man bemerkt diese Puncte im Meridian und zieht I L als den Tagescircul des Sterns und dann durch I und C den Durchmesser I C N, richtet hierauf von n ein Perpendicul n x senkrecht auf I C N auf, trägt die Weite C x entweder von C auf den Halbmesser C o links, wo sich der Punct bey m 24° findet, welche von 90° subtr., 66° = 4 St. 24' für den Abstand des Sterns vom Meridian geben; oder man bringt C x von C nach z, faßt z x und trägt solche von o links auf den Umkreis unterwärts 2mal fort, dies giebt den Punct d gleichfalls IV St. 24 Min. Sternzeit, welche nach §. 181. in Sonnenzeit (mittlere *) 4 St. 23' 19" geben. Culminirt nun Regulus an diesem Tage, unter dem beyläufig geschätzten Meridian des Schiffs um 7 Uhr 12 Min. Abends, so wäre die gesuchte Zeit der Beobachtung, wenn der Stern am westlichen Himmel steht, 7 St. 12' + 4 St. 23' 19" = 11 Uhr 35' 19". Gesetzt ferner, aus den Angaben der Connoissance des

*) Kann hier statt wahrer dienen.

tems finde sich, daß unter dem Pariser Meridian der oben berechnete wahre Abstand 51° 9′ 16″ um 8 Uhr 56′ Morgens, also 9 St. 20′ 41″ später einfalle, so müßte das Schiff 9 St. 20′ 41″ = 140° 10′ vom Pariser Meridian westwärts, also unter dem 239 Grad 50 Min. der Länge *), und da dessen Breite 40° 32′ nördlich ist, im stillen Meer westwärts von den Küsten von Californien segeln **).

§. 883. So sehr man diesemnach bemüht gewesen ist, dem Seefahrer die trigonometrischen Rechnungen, welche die von der Wirkung der Parallaxe und Refraction entstehende Reduction des beobachteten scheinbaren Abstandes der Himmelskörper auf den wahren oder aus dem Mittelpunct der Erde gesehenen Abstand herausbringen, deutlich vorzustellen, zu erleichtern und abzukürzen, so möchten dieselben doch für manchem noch zu schwer seyn, und er muß überdem bereits eine gewisse Geschicklichkeit besitzen, um diese Aufgabe mit erforderlicher Genauigkeit, vermittelst des Reductionskreises, mechanisch aufzulösen. Deswegen hat die Englische Commission der Meereslänge im Jahr 1772 sehr vollständige Hülfstafeln auf 1200 Seiten in Folio veranstalten lassen, wodurch diese Reduction noch ungemein

*) Paris unter den 20sten Grad der Länge gesetzt, demnach 360° — 120° 10′ = 239° 50′.

**) Kürze halber ist bey diesem Beyspiel angenommen worden, daß die Höhenmessung mit der Beobachtung des Abstandes zu gleicher Zeit geschehen sey, welches wenigstens einen zweyten Beobachter erfordert, sonst müßte man noch über die daher entstehende Veränderung Berechnung anstellen.

erleichtert und abgekürzt wird *); und man versichert, ein Seefahrer könne, nach der geschmeidigen Einrichtung dieser Tafeln, die Meereslänge in einer halben Stunde, bis auf einen halben Grad, genau berechnen, wenn er auch allenfalls nichts weiteres, als einen Abstand des Mondes von der Sonne oder einem Stern mit dem Hadleyschen Octanten oder Englischen Schiffsquadranten zu messen versteht, addiren und subtrahiren kann. Demnach wäre der Seefahrer vornemlich dazu anzuführen, sich eine Fertigkeit in Ausübung der Vorschriften dieser Tafeln und der astronomischen Beobachtungen, die selbige voraussetzen, zu erwerben, auch überhaupt die verschiedenen Wege, welche ihm der Lauf des Himmels zur Auflösung der Aufgabe, die Meereslänge zu finden, darbietet, sich auf der See allemal bestmöglichst zu Nutze zu machen.

§. 884. Ich muß noch anzeigen, daß Halley den Vorschlag gethan, auch aus der beobachteten Abweichung der Magnetnadel die Meereslänge einigermaßen zu finden. Dies wäre auch unter folgenden Bedingungen möglich, wenn nemlich der Schifffahrer 1) eine Charte bey der Hand hätte, worauf mit völliger Zuverläßigkeit die Linien, unter welchen die Magnetnadel eine gleiche Abweichung hat, über die ganze Erdfläche gezogen wären, und 2) zugleich wüßte, wie

---

*) Tables for correcting the apparent distance of the moon and a star from the effects of refraction and parallax published by order of the Commissioners of Longitude, à Londres, ches Nourse, à Paris, chez la veuve Desaint.

und nach welchem Gesetz sich die Lage derselben mit der Zeit veränderte, denn so würde bey einer auf der See beobachteten Polhöhe und Abweichung der Nadel, die geographische Länge des Schiffs auf der Charte zu finden seyn. Nun fehlt es freylich nicht an dergleichen Charten, wovon schon oben (§. 801.) geredet worden; allein die künftigen Veränderungen der magnetischen Linien sind nicht mit der zur Bestimmung der Meereslänge erforderlichen Genauigkeit bekannt. Diese Methode würde auch überdem die Meereslänge in den Gegenden sehr unsicher herausbringen, wo sich jene Linien mit dem Meridian genau oder beynahe unter rechte Winkel neigen.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst.

Allgemeine Vorstellung dieser Wissenschaft.

§. 885.

Der scheinbare tägliche Umlauf der Sonne am Firmament ist für alle Bewohner der Erde der Grund ihrer Zeitabtheilungen, und man ist schon im frühesten Weltalter darauf verfallen, an der daher entstehenden veränderlichen Lage des Schattens, den alle Körper der

Sonne

Sonne gerade gegenüber abwerfen, die einzelnen Zeitabschnitte des Tages, als Stunden rc. zu bemerken. Die Gnomonik lehrt, wie auf horizontalen, verticalen, und schiefliegenden Ebenen, so wie auch Kugelflächen, Sonnenuhren zu verzeichnen sind, die durch den Fortgang des Schattens von einem aufgerichteten Zeiger, an gewissen gezogenen Linien die Stunden und deren Theile, angeben. Da aber die Richtung des scheinbaren Laufs der Sonne gegen den Horizont, unter allen Polhöhen nicht auf eine gleiche Art in die Augen fällt, so werden bey den Zeichnungen einer Sonnenuhr, außer astronomischen Grundsätzen, auch Kenntnisse der geographischen Breite der Oerter vorausgesetzt, und die Geometrie lehrt alsdann die Regeln ihrer Entwerfung nach allen vorkommenden Fällen. Man hat auch auf Mittel gedacht, den scheinbaren Fortlauf des Mondes und der Sterne zur Erfindung der Nachtstunden anzuwenden, und die Gnomonik giebt Anweisung zur Verfertigung der Mond- und Sternuhren.

§. 886. Dem Alterthum waren Sonnenuhren unstreitig unentbehrlicher als uns, da in neuern Zeiten mechanische Uhren erfunden sind, die sowol bey Tage als bey Nacht die Stunden zeigen; statt daß die Sonnenuhren nur die Tageszeiten, und wegen des oftmaligen trüben Himmels, nur selten bemerken. Unterdessen, da unsere Taschen- und Penduluhren, vorausgesetzt, daß sie einen richtigen, das ist, gleichförmigen Gang haben, nur die mittlere Sonnenzeit weisen können (§. 183.), welche bis jetzt noch fast gar nicht im

gemeinen Leben gebraucht wird, so müssen wir den Gang dieser mechanischen Uhren, durch Sonnenuhren von beträchtlicher Größe, die richtig aufgestellt und entworfen, allemal nach dem wahren ungleichen Lauf der Sonne, die wahre oder bürgerliche Zeit anzeigen, von Zeit zu Zeit prüfen, oder untersuchen, wie viel sie von dem für die Zeit der Beobachtung statt findenden bekannten Unterschied zwischen der mittlern und wahren Zeit (§. 184.) abweichen. Selbst der Astronom ist hiezu genöthigt, wobey er sich aber gemeiniglich nur einer Mittagslinie bedient, die nach astronomischen Beobachtungen zu mehrerer Genauigkeit in einer weit größern Länge, als auf den Sonnenuhren anzubringen ist, gezogen worden, wobey die Bemerkung des Augenblicks, da der Schatten von hohen aufgerichteten Zeigern (Säulen oder Pyramiden), oder das Bild der Sonne durch Oeffnungen, die in beträchtlichen Höhen angebracht worden, auf diese Linie fällt, die Zeit des wahren Mittags giebt.

§. 887. Die Gnomonik wird dadurch ziemlich weitläuftig, daß 1) die gewöhnlich angebrachten Sonnenweiser nur für diejenige Polhöhe oder geographische Breite gelten, für welche die Uhr verfertigt worden *), und daß demnach eine andere Breite einen veränderten Entwurf der Linien der Sonnenuhr und der Gestalt oder Lage ihres Zeigers erfordert. Wiewol man auch sehr einfache, für alle Polhöhen brauchbare Sonnenuh-

*) Die geographische Länge der Oerter kömmt hiebey in keine Betrachtung.

ren hat, auch verschiedene sinnreiche Methoden zur Verfertigung sogenannter Universaluhren bekannt sind. 2) Daß ein solcher Sonnenweiser auf eine jede vorkommende, sich gegen den Horizont und Verticalkreis unter allen möglichen Winkeln neigende und vom Meridian im Azimuth abweichende senkrechte Ebene, und in verschiedentlichen Lagen angebracht werden muß. In einer vollständigen Anweisung zur Gnomonik kommen daher eine Menge Beschreibungen von allerley künstlichen Einrichtungen der Sonnenuhren für alle Fälle, so wie verschiedene zu ihrer Zeichnung nöthigen Grundregeln, vor. Ich werde mich aber hier nur auf ganz allgemeine Vorstellungen der Sonnenuhrwissenschaft einlassen können *).

§. 888. Den richtigen oder genauen Gebrauch der Sonnenuhren haben wir der großen Entfernung der Sonne von der Erde zu danken, die hiebey als unendlich angenommen werden kann. Der Mittelpunct einer Sonnenuhr wird, als in dem Mittelpunct des scheinbaren kreisförmigen Umlaufs der Sonne liegend, vorausgesetzt, welcher aber nicht der Ort der Sonnenuhr auf der Oberfläche, sondern eigentlich der Mittelpunct der Erde ist. Der Zeiger vieler Sonnenuhren hat mit der Erdaxe eine parallele Lage, und man kann aus dem vorigen Grunde ohne Fehler setzen, der scheinbare Um=

---

*) S. Gaupens mechanische Gnomonik, 4. Lindau 1708. Schüblers praktische Anleitung zur Sonnenuhrkunst, 8. Nürnberg 1726. Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, 2ter Theil, erster Abschnitt, 8. Berlin 1770. Kästners Theorie der Vertikaluhren.

lauf der Sonne geschehe um diesen Zeiger, wie er wirklich um jene Axe vor sich geht. Hätte der Halbmesser der Erde gegen den Abstand der Sonne ein merklicheres Verhältniß, und wäre die Sonne z. B. nur 20000 statt 20 Millionen Meilen von uns entfernt, so würde die Verfertigung einer Sonnenuhr mehr Schwierigkeiten machen, und viel weitläuftigere Regeln erfordern, indem bey einem Entwurf derselben, schon die Wirkung der verschiedenen Höhenparallaxe mit in Rechnung kommen müßte. Demnach giebt eine, nach obiger Voraussetzung geometrisch gezeichnete Sonnenuhr, durch ihren richtigen Gang gleichfalls einen augenscheinlichen Beweis von der erstaunlichen Entfernung der Sonne von der Erde.

Einige Methoden, um eine Mittagslinie auf einer Ebene zu ziehen.

§. 889.

Um die mehresten Sonnenuhren richtig zu stellen, muß ihre zwölfte oder Mittagsstundenlinie in die Vertikalebene des Meridians gebracht werden; und daher ist es nothwendig, die horizontale Richtung dieser Ebene, oder die sogenannte Mittagslinie im voraus zu wissen, oder auf irgend eine Art zu finden. Eine Boussole zeigt freylich geradehin diese Mittagslinie an, wenn man die an dem Ort der Beobachtung jedesmal statt findende Abweichung der Magnetnadel von dem Punct Norden oder Süden genau kennt, und zugleich von der Größe, richtigen Bearbeitung und genugsam mitgetheil-

ten magnetischen Kraft der Nadel selbst die möglichste Vollkommenheit sich versprechen kann.

§. 890. Die Astronomen suchen auf ihren Sternwarten die Mittagslinie, vermittelst correspondirender Sonnenhöhen, auf folgende Art: In einer erhabenen, gegen Süden liegenden Mauer macht man eine Oeffnung, und in dieser wird eine starke messingene, beyläufig unter dem Winkel der Polhöhe befestigte Platte, angebracht, die in ihrer Mitte nach einem Kugelsegment ausgehöhlt worden, das im Mittelpunct, wo die Platte am dünnsten wird, ein kleines genau abgerundetes Loch, etwa eine Linie im Durchmesser, erhält, durch welches die Mittagssonne auf den Fußboden oder auf eine völlig horizontale Ebene, scheinen kann. Etwa 3 Stunden vor und nach Mittage sucht man einigemal übereinstimmende Sonnenhöhen mit einem genau eingetheilten Quadranten oder Sextanten, und bemerkt dabey die Zeit nach einer gleichförmig gehenden Penduluhr. Nimmt hierauf zwischen der Zeit einer jeden Vor- und Nachmittag mit einander correspondirenden Höhe das Mittel, so kömmt, wenn noch benöthigten Falls die Verbesserung wegen der vom Vor- bis Nachmittag veränderlichen Abweichung der Sonne, angebracht worden, die Zeit, welche die Penduluhr im wahren Mittag zeigte (§. 208. 209.) Diese Beobachtungen werden, zu mehrerer Genauigkeit, einige Tage nach einander wiederholt. Da nun hiedurch der tägliche Gang der Uhr bekannt geworden, so weiß man auch, was sie täglich im Augenblick des wahren Mittags zeigen muß. Hierauf bemerkt man am nächsten heitern Tage, sobald

die Uhr den Mittag angiebt, den Punct auf dem Fußboden, wo das durch das kleine Loch fallende Sonnenbild hintrifft, bezeichnet die Größe desselben, und sucht dazu den Mittelpunct. Durch diesen und einen senkrecht unter dem Loch, vermittelst eines Bleyloths gefundenen Punct des Bodens, zieht man nun eine Linie, welches die Mittagslinie wird. Die Beobachtungen jener correspondirenden Sonnenhöhen, des Ganges der Uhr, und die Bemerkungen dieses Sonnenbildes werden nach einigen Monaten wieder angestellt, da das Sonnenbild, nachdem die Sonne indeß im Meridian gestiegen oder gesunken ist, in andern der Mauer näher oder davon entferntern Puncten des Fußbodens fällt, um die Lage der gezogenen Mittagslinie immer genauer zu berichtigen.

§. 891. Im bürgerlichen Leben dienen auch die Mittagslinien, um die Uhren darnach zu stellen, und es könnte daher sehr nützlich seyn, wenn auf dem Marktplatze einer Stadt eine senkrecht stehende Säule, eine Pyramide oder Spitzkegel als ein Gnomon oder Sonnenzeiger errichtet würde, an deren Schatten sich die Zeit des wahren Mittags finden ließe, oder wenn in Kirchen, die gewönlich hohe Gewölbe haben, auf eine ähnliche Art, wie auf den Sternwarten, eine Meridianlinie gezogen wäre. Je höher der Gnomon, oder die Oefnung, wodurch die Sonne zu Mittage scheint, über dem Fußboden ist, um desto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden. Die ersten astronomischen Instrumente zur Beobachtung der mittägigen Sonnenhöhen aus der Länge des Schattens,

waren bloße als Gnomons aufgerichtete Säulen oder Pyramiden. Unter andern ließ der Kaiser Augustus auf den Mars-Feldern bey Rom, einen 116¾ römische Fuß hohen Obelisk, zu einem Gnomon einrichten. Er ist noch in Rom, aber zerstört, zu sehen. Der ägyptische König Sesostris ließ ihn 960 Jahr vor Chr. Geb. verfertigen. Der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhundert von Toscanella zu Florenz errichtet, und seine Höhe ging auf 280 Fuß. Die berühmte in der Petroniuskirche zu Bologna, von Cassini gezogene Mittagslinie ist 180 Fuß lang, und in dem marmornen Fußboden dieser Kirche fingerdick von Metall eingelegt. Die Höhe der Oeffnung im Gewölbe, wodurch die Sonne zu Mittage ihr Bild wirft, ist 83½ Fuß *). In der Sulpitiuskirche zu Paris hat le Monnier 1747 einen vom Uhrmacher Sully 1727 aufgestellten 80 Fuß hohen Gnomon verbessert. Die Herren de Cesaris und Reggio haben im J. 1786 in der Cathedralkirche zu Milano einen 73 Fuß hohen Gnomon errichtet.

§. 892. Es ist bereits im 186sten §. die gewöhnlichste und sich auf correspondirende Sonnenhöhen gründende Methode angegeben, wie sich ein jeder Liebhaber der Gnomonik die Mittagslinie für einen beständigen Ort der Beobachtung selbst ziehen kann. Ich bemerke noch, daß dieser Versuch am zuverläßigsten um die

---

*) *Manfredii* de Gnomone Meridiano Bononiensi, ad divi Petronii etc. 4. Bononiae 1736. Die Beobachtungen über diese Mittagslinie gehen vom Jahr 1655 bis 1736.

Zeit der Sommersonnenwende (den 21sten Jun.), vorzunehmen ist; denn bey der Wintersonnenwende im December sind die Schatten zu lang und gewöhnlich ist dann das Sonnenbild, welches durch die Oeffnung fällt, zu schwach, und zur Zeit der Aequinoctien im März und September verändert die Sonne in einigen Stunden ihre Abweichung zu merklich, obgleich dieses bey kleinen Meridianlinien, die man etwa zur richtigen Stellung eines Globus oder einer Boußole, gebraucht, keinen sonderlichen Fehler verursachen würde.

§. 893. Die 156ste Figur zeigt noch ein bequemes Instrument zur Erfindung der Mittagslinie, bey welchem man sich statt eines aufgerichteten Stifts, oder messingenen Lineals, mit mehrerer Sicherheit, einer an einem Faden hängenden Bleykugel bedient, die nach unten eine Spitze hat. BD ist eine runde wagerecht gestellte Scheibe, von hartem Holz, Messing oder Kupfer, aus deren Mitte ein Fuß BK 7 bis 8 Zoll hoch hervorgeht. Dieser trägt eine blecherne Platte K 3 Zoll ins Gevierte, welche in T ein kleines Loch hat, durch welches ein Sonnenstral auf BD fallen kann. Durch dieses Loch wird noch ein Faden gezogen, an welchem ein Bleyloth hängt, dessen Spitze genau die Platte in dem Punct C berührt. Aus diesem Puncte zieht man einige concentrische Circul, und giebt Acht, wenn und wo der durch T fallende Sonnenstral sich auf selbige, Vor- und Nachmittags, als ein lichter Punct zeigt, wie etwa bey G und L. Diese Berührungspuncte eines und desselben Circuls durch Linien zusammengezogen

und letztere in die Hälfte getheilt, bestimmen, wenn durch diese Theilungspunkte und den Punkt C eine Linie gezogen worden, eben so wie im §. 186. die wahre Lage der Meridianlinie CD. Man kann auch, um den hellen Punct des Sonnenstrals desto besser zu sehen, über der Platte K eine größere pappene Scheibe legen, die bey T etwas ausgeschnitten ist.

§. 894. Ich setze noch eine leichte und zuverläßige Methode her, wie man vermittelst des Polarsterns, eine Mittagslinie ziehen könne. Wenn dieser Stern gerade unter oder über dem Pol im nördlichen Meridian steht, so hänge man in der Mitte eines gegen Norden liegenden hohen Fensters eine Bleykugel an einem Faden auf, richte auf einem hölzernen Brett a b c d Fig. 157. einen hölzernen einige Fuß hohen Arm ABD auf, und lasse von D aus eine andere Bleykugel an einem Faden bis auf die Oberfläche des Bretts in e herunter, schiebe alsdann dieses Brett mit seinem lothrechten Bleyfaden in der möglichgrößten Entfernung vor dem im Fenster aufgehängten so lange hin und her, bis beyde Fäden zugleich, aus einem gewissen Abstand betrachtet, den Polarstern bedecken, so hängen solche in der Ebene des Meridians, und eine Linie nach der Richtung, in welcher sie hinter einander hängen, gezogen, giebt die richtige Lage der Mittagslinie. Um die Fäden bey Nacht sehen zu können, setzt man entweder ein Licht im Rücken, oder stellt die Beobachtung bey hellem Mondschein oder in der Abend- und Morgendämmerung an.

§. 895. Die Zeit, da der Polarstern über oder unter dem Pol culminirt, zeigt folgende Tafel für den ersten eines jeden Monats *).

Monat.	über		unter		Monat.	über		unter	
	U.	M.	U.	M.		U.	M.	U.	M.
Januar	6	5 Ab.	6	7 M.	Jul.	6*	16 M.	6*	14 Ab.
Februar	3*	54 Ab.	3	56 M.	Aug.	4*	10 M.	4*	8 Ab.
März	2*	5 Ab.	2	7 M.	Sept.	2	15 M.	2*	13 Ab.
April	0*	12 Ab.	0	14 M.	Oct.	0	26 M.	0*	24 Ab.
May	10*	21 M.	10	19 Ab.	Nov.	10	27 Ab.	10*	29 M.
Jun.	8*	19 M.	8*	17 Ab.	Dec.	8	24 Ab.	8*	26 M.

Um die Culmination für einen gegebenen Tag mit einer hier hinreichenden Genauigkeit zu finden, werden für jeden Tag im Monat weniger eins 4 Min. subtrahirt. Z. B. für den 16ten Sept.

den 1. Sept. über dem Pol 2 U. 15′ Morg. u. unt. dem Pol 2 U. 13′ Ab.
— 15.4′ = 60′ = — — 1 St. — — — — 1 —
also Culm. über dem Pol, den 16ten Sept. 1 U. 15′ Morg. u. unt. d. Pol. 1 U. 13′ Ab.

Ueberhaupt aber braucht diese Durchgangszeit nur bis auf einige Minuten genau bekannt zu seyn, so, daß eine jede auch nur beyläufig richtig gehende Taschenuhr zu dieser Beobachtung dienen kann, denn bey einem

*) An den mit einem Stern bemerkten Tagen culminirt der Polarstern über oder unter dem Pol bey Tage, da er nur durch gute Fernröhre zu beobachten ist. Die Tafel ist übrigens für ein zwischen zwey Schaltjahren, in der Mitte liegendes Jahr als 1806, 1810 ꝛc. berechnet.

Fehler in der Zeit der Culmination dieses Sterns von 5 Minuten ist z. B. unter der Berliner Polhöhe von $52\frac{1}{2}$ Grad, nur eine Abweichung in der Lage der Mittagslinie von 3′ 55″ bey der Culm. über und 3′ 37″ bey der unterm Pol, im Bogen zu besorgen. Die Ursache hievon ist, weil der Polarstern kaum $1\frac{3}{4}$ Grad vom Pol entfernt, nur einen äußerst kleinen Kreis in 24 Stunden um denselben zu beschreiben scheint. Im allgemeinen läßt sich auch die Zeit, da der Polarstern des Nachts im Meridian steht, an dem ersten Stern am Schwanz des großen Bären ε (Alioth) erkennen, denn beyde kommen fast zugleich in den Meridian. Steht nemlich dieser letztere Stern senkrecht unter dem Pol, so culminirt der Polarstern über dem Pol und umgekehrt *).

Beschreibung einer Aequinoctialsonnenuhr.

§. 896.

Diese ist am leichtesten zu entwerfen, ihr Gebrauch ist am allgemeinsten, und sie giebt auch den Grund aller übrigen Sonnenuhren ab. Die 158ste Figur stellt eine Aequinoctialuhr vor. Man beschreibt auf der obern und untern Seite einer viereckigten kupfernen oder steinernen Platte DEFG einen Kreis aus C, mit gleichgroßem Halbmesser. Theilt einen jeden in 24 gleiche Theile, so, daß eine senkrecht auf FG stehende

*) Alioth culm. allemal nur 8 Min. vor dem Polarstern sowol über als unter dem Pol.

und durch C gehende Linie BCA die 12te oder Mittagsstundenlinie werde. Wenn FG gegen Norden liegt, so wird bey B 12 Uhr Mittags gesetzt; an der Westseite W der Linie BA kann man alsdann sowol auf dem obern als untern Kreise die Morgen- und an der Ostseite O die Abendstunden bemerken, wie die Figur für den obern zeigt. Durch den Mittelpunct C wird ein messingener Stift als Zeiger gesteckt, der über der obern und untern Seite so viel hervorragt, daß sein Schatten auch noch zur Mittagsstunde, da er am kürzesten ist, B erreicht, so ist die Uhr fertig. Stellt man hierauf selbige so, daß BA genau senkrecht über eine gezogene Mittagslinie liegt, (B gegen Norden kehrend) und erhebt die Seite DE der Platte DEFG, gegen Süden, um einen der Aequatorhöhe des Orts gleichen Winkel, so wird der Schatten des Zeigers beym Sonnenschein die Stunde richtig bezeichnen, und zwar auf der obern Seite der Uhr, wenn die Sonne bey nördlicher Abweichung über, und auf der untern, wenn sie bey südlicher Abweichung unter dem Aequator ist.

§. 897. Da eine Aequinoctialuhr an einem jeden Ort die Stunden richtig zeigt, wenn ihre Ebene nur mit dem Horizont unter den Winkel der Aequatorhöhe geneigt, und ihre 12te Stundenlinie auf eine Mittagslinie gestellt ist, so giebt dieselbe eine überall brauchbare Sonnenuhr ab, wenn man die Platte, auf welcher sie entworfen ist, mit einer andern durch ein Charnier an FG in Verbindung bringt, so daß sie sich an einem auf jener, an der Seite O oder W befindlichen Quadranten nach der Größe dieses Winkels je-

desmal aufrichten läßt. Ihre Theorie ist übrigens auch leicht einzusehen. Erhebt man z. B. für Berlin den Nordpol eines Erdglobus unter den Winkel der Polhöhe $52\frac{1}{2}^\circ$ über dem Horizont, und gedenkt sich eine durch den Aequator, folglich durch den Mittelpunct der Erde gehende Ebene, so wird die Ebene der Aequinoctialuhr mit derselben parallel liegen. Die Stunden werden auf dieser Ebene von den um 15° von einander liegenden Meridianen bezeichnet, die Erdaxe, mit welcher der Zeiger der Uhr eine parallele Lage hat, ist zugleich der Stundenzeiger auf der Ebene des Aequators und der Uhr, und zwar dessen nördlicher oder südlicher Theil, nachdem die Sonne jene oder diese Seite des Aequators oder der Uhrplatte bescheint *).

Beschreibung einer Horizontalsonnenuhr.

§. 898.

Aus der richtigen Stellung einer Aequinoctialuhr für eine gewisse Polhöhe, läßt sich die Entwerfung der horizontalen unmittelbar erkennen, wie die 159ste Figur beyläufig zeigt. Denn wenn man nach derselben

---

*) Die Einrichtung und der Gebrauch der gewöhnlich so genannten Sonnenringe, so wie einer Verbindung zweyer messingenen Kreise, wovon der eine den Meridian, der andere den Aequator vorstellt, mit einer durchgehenden Erdaxe, als Zeiger, die eine Scale zur Stellung eines kleinen Sonnenbildes nach der Abweichung der Sonne hat und am Meridian einen Aufhängering, der auf jede Polhöhe zu stellen ist, gründet sich ganz auf die Theorie der Aequinoctialsonnenuhren.

die Aequinoctialuhr EDGA unter dem Winkel der Aequatorhöhe an ihrem Zeiger LC gegen die horizontale Ebene aufrichtet, so wird C der Mittelpunct der horizontalen Uhr KTMR und die Stundenlinien der erstern bis auf die Ebene der letztern oder benöthigtenfalls die Grundlinien der Aequinoctialuhr DA verlängert, geben auf der horizontalen Durchschnittspuncte an, durch welche die Stundenlinien der horizontalen Uhr von C aus, gezogen werden müssen, z. B. aus Vn und VH läßt sich die Lage von CL und CH bestimmen. Der Zeiger der Aequinoctialuhr LC wird dann zugleich der der horizontalen, da er sich mit der horizontalen Ebene gegen Norden unter den Winkel der Polhöhe = LCr neiget und zu mehrerer Festigkeit, die Gestalt eines Triangels erhält.

§. 899. Die 160ste Figur bildet eine horizontale Sonnenuhr ab. Ihre gewöhnliche mechanische Entwerfung ist folgende. Man ziehe auf einer kupfernen oder steinernen Platte eine Linie CRV, welche die Mittagslinie vorstellen soll, setze an C, als den angenommenen Mittelpunct der Uhr, einen der Polhöhe des Orts, für welchen sie gezeichnet werden soll, gleichen Winkel TGB, und ziehe die Linie CB in beliebiger Länge, und ferner TB senkrecht auf CR. Auf CB wird ferner von B aus das Perpendicul BR bis an die Mittagslinie gezogen; man trage alsdann BR von R nach V, und beschreibe mit Bleystift aus V mit dem Halbmesser VR den Quadranten RS; theile solchen in 6 gleiche Theile und ziehe von V aus durch alle Theilungspuncte Linien, bis zu einer senkrecht auf VC in R

stehenden Linie Re, so ergeben sich die Puncte a, b, c, d, e, nach welchen von C aus die Stundenlinien gezogen werden; dies sind Morgenstunden, und man kann die Abendstunden mit einem Zirkel an der andern Seite der Mittagslinie CV übertragen, da gleichweit vom Meridian entfernte Stundenlinien mit demselben gleiche Winkel machen. Die sechste Stundenlinie steht an C senkrecht auf VC, und wenn man die 7te und 8te Morgenstundenlinie durch C verlängert, so ergeben sich die 7te und 8te Abendstundenlinien; und eben so die 4te und 5te Morgenstundenlinien, wenn diese Verlängerung durch C für die Abendstundenlinien geschieht. Die 12te oder Mittagsstundenlinie muß genau gegen Norden liegen und die Ebene, auf welcher die Uhr verzeichnet ist, horizontal gelegt werden. Der Triangel TCB wird aus messingenen Blech verfertigt, und senkrecht auf der Mittagslinie aufgerichtet, wo er zum Zeiger dient. Der Schatten der Seite CB giebt an den Stundenlinien die Zeit an, und diese Seite stellt hier eigentlich die Weltaxe vor, da sie mit derselben parallel liegt.

§. 900. Da die Linien Ra, Rb, Rc ꝛc. Tangenten der an V sich ergebenden Winkel sind, so lassen sich die Stundenlinien auftragen, wenn man VR als den Radius ansieht, und aus den trigonometrischen Tafeln die Tangenten von 15, 30, 45 ꝛc. Grade sucht, (weil nemlich 15 Grad auf eine Stunde gehen.) Es sey nun VR = 1000, so müßte Ra = 268, Rb 577; Rc 1000; Rd 1732 und Re 3732 haben. Die Figur einer horizontalen Sonnenuhr ist willkührlich, sie kann

rund, oder ein länglichtes Viereck seyn, denn es kommt blos auf die richtige Lage der Stundenlinien vom Mittelpunct C aus, gegen die Mittagslinie, und nicht auf ihre Länge an. Man macht aber gemeiniglich, und aus guten Gründen, die in der Gegend des Mittags liegenden Stundenlinien länger als die übrigen und dort liegt der Mittelpunct C weit außerhalb der Mitte der Uhr. Der blecherne Zeiger TCB wird verhältnißmäßig gegen die Uhr, viel größer gemacht, als in der Figur vorgestellt ist, doch ohne Veränderung des Winkels TCB, damit auch im Sommer, wenn die Sonne des Mittags am höchsten steht, der Schatten sich längs der ganzen auf der Uhr gezogenen Mittagslinie erstrecken könne, und deswegen muß unter unserer Polhöhe CB fast Cn gleich seyn. An der Seite des Zeigers CB etwa in B, kann ein kleiner Stift unterm rechten Winkel, horizontal eingelegt werden, und wenn man alsdann die auf Cn senkrechte Linie BT als einen Halbmesser ansieht, so lassen sich von T aus, gegen V auf der Mittagslinie die Tangenten des Complements der mittägigen Höhe der Sonne, wenn die Uhr groß genug dazu ist, etwa von 10 zu 10 Grad ihres Eintritts in ein jedes Zeichen des Thierkreises bemerken, der Schatten vom Stift B zeigt alsdann alle Mittage die Höhe der Sonne im Meridian, und ihren Ort in der Ecliptik. Damit diese Oerter auf der Mittagslinie nicht über n hinaus fallen, muß der Stift B auf CB so eingesetzt werden, daß Tn die Tangente vom Complement der Sonnenhöhe am kürzesten Tage oder beym Eintritt der Sonne im 0° ♑ werde.

§. 901.

§. 901. Nach Fig. V. Taf. XIX. können mit mehr Genauigkeit beym Entwurf der Horizontaluhren statt der Tangenten oder Aequinoctiallinien, Circulbogen gebraucht werden. Man zieht aus Z den Halbkreis mur, dessen Durchmesser mr und Halbmesser zo senkrecht auf einander, theilt erstern in 12 gleiche Theile oder Stunden, macht den Winkel ZoR der Höhe des Aequators, ZoP aber dessen Hälfte gleich, und beschreibt aus R mit dem Halbmesser Ro, durch o den Halbkreis won. Aus P zieht man hierauf in jeder Stunde des Kreises mur, blinde Linien, und wo diese den Kreis won durchschneiden, werden aus Z Linien hingezogen, welches die Stundenlinien der Horizontaluhr für die Polhöhe oRZ sind. Diese Fig. ist eine Projection der Himmelskugel auf der Ebene des Horizonts, aus dem Zenith betrachtet, mor ist der Horizont, won der Aequator, Z der Scheitelpunct; P der Pol, eine Linie wie Zu ein Vertikalkreis; op ein Stundenbogen des Aequators = 3 St. nach Mittag; pou die Höhe des Aequators, ou der Stundenbogen des Stundenwinkels oZu, für die dritte Stundenlinie auf der Horizontalsonnenuhr. Weil unn das Dreyeck pou in u rechtwinklicht ist: so wird Cos. pou = Cot. op. Tang. ou, oder Tang. ou $= \frac{\text{Cos. pou}}{\text{Cot. op}}$. Folglich ist die Tangente des Stundenwinkels einer jeden Stundenlinie der horizontalen Uhr mit dem Meridian gleich, dem Quotienten vom Cosinus der Aequatorhöhe dividirt durch die Cotangente des Stun-

denbogens oder jene Tangente ist auch gleich der Tangente des Stundenbogens, multiplicirt mit dem Sinus der Polhöhe.

§. 902. Wenn man sich diesemnach vorstellt, daß eine Horizontalsonnenuhr blos eine auf der Horizontalebene entworfene Aequinoctialuhr sey, so lassen sich noch mechanisch vermittelst eines Globus die Winkel ihrer Stundenlinien mit dem Meridian leicht finden. Man stelle eine Erdkugel auf die Polhöhe, unter welcher eine Horizontaluhr verfertigt werden soll, und einen beliebigen Meridian der Kugel unter den messingenen, so werden alle Meridiane, die um 15° von einander liegen, auf dem Kreis am Horizont, von Süden nach Osten und Westen herum, gleichfalls die Winkel bemerken, welche die Stundenlinien mit der Meridianlinie am Mittelpunct der Uhr machen müssen. Wenn man ferner die für eine gewisse Polhöhe verzeichnete horizontale Uhr für eine andere gebrauchen will, so darf man nur ihre Platte an der Nord- oder Südseite um den veränderten Winkel der Polhöhe erhöhen oder erniedrigen. Die Uhr sey z. B. für die nördliche Polhöhe von 52 Graden gezeichnet, so muß sie unter dieser Polhöhe eine horizontale Lage haben; soll sie aber unter dem 57sten Grad brauchbar seyn, so muß man sie gegen Norden um 5 Grad erhöhen, damit der Zeiger einen Winkel von 57° mit dem Horizont mache. Nach Figur 161. könnte zu diesem Endzweck die Platte CA, worauf die Uhr verzeichnet ist, mit einer andern CB durch ein Gewinde in C verbunden werden; in B würde ein Gradbogen BD, dessen

Mittelpunct C ist, aufgerichtet, an welchem die erforderliche Erhöhung BA sich abzählen ließe. Das Gewinde müßte in B, und der Bogen in C kommen, wenn die Uhr für eine kleinere Polhöhe als 52°, einzurichten wäre. Auf diese Art werden auch die Horizontalsonnenuhren von einem allgemeinern Gebrauche.

Beschreibung einer Mittags- Mitternachts- Abend- und Morgensonnenuhr.

§. 903.

Eine **Mittagsuhr** steht vertical, und ihre Ebene wird genau auf eine von Westen nach Osten gehende Linie gestellt. Sie kann folglich vom Herbst- bis zum Frühlingsäquinoctio während der ganzen Verweilung der Sonne über dem Horizont, in den übrigen 6 Monaten des Jahrs aber nur von der Zeit an, da die Sonne des Morgens im Osten erscheint, bis sie des Nachmittags sich gerade im Westen zeigt *), an

*) Dieser Stand der Sonne gerade im Osten oder Westen zeigt sich z. B. zu Berlin.

	Morg.		Abends		☉ Höhe	
bey dem Ort der ☉ in 0° ♈ und ♎	6 U.	0′	6 U.	0′	0°	0′
0° ♉ und ♍	6	36	5	24	14	32
0° ♊ und ♌	7	5	4	55	25	46
0° ♋	7	18	4	42	30	7

Das **Product** von der **Tangente** der **Aequatorhöhe** mit der **Tangente** der **Sonnenabweichung**, giebt den **Cosinus** des **Stundenwinkels** Vor- oder Nachmittag, da die Sonne gerade im Osten oder Westen erscheint, und der **Sinus** der **Sonnenabweichung**,

ihrer gegen Süden gekehrten Seite die Stunden angeben. Ihre Zeichnung wird nach gleichen Regeln, mechanisch oder durch Berechnung der Stundenwinkel wie bey einer horizontalen, Figur 160. vorgenommen, außer, daß dabey der Winkel TCB nicht der Pol- sondern der Aequatorhöhe gleich gemacht und letzterer statt erstern in Rechnung gebracht wird, oder die Tangente des Stundenwinkels einer jeden Stundenlinie der Mittagsuhr ist gleich der Tangente des Stundenbogens multiplicirt mit dem Sinus der Aequatorhöhe. Eine Mitternachtsuhr steht gleichfalls auf der von Westen nach Osten gehenden Linie vertikal. Die Stunden werden aber an der Nordseite nach vorigen Regeln beschrieben, und sie kann daher nur vom Frühlings- bis zum Herbstäquinoctio die Morgenstunden von Sonnenaufgang bis zur Zeit, da sie gerade im Osten steht, und die Abendstunden von der Zeit, da sie im Westen erscheint, bis Sonnenuntergang zeigen. Der Zeiger wird gleichfalls unter den Winkel der Aequatorhöhe, mit der Vertikalebene aufwärts gerichtet. Eine Morgenuhr steht vertikal auf der Mittagslinie, und zeigt an der gegen Osten gekehrten Seite die Stunden vom Aufgang der Sonne bis zu Mittage; so wie im Gegentheil die Abenduhr an der Westseite die Stunden von Mittage bis Sonnenuntergang angiebt. Diese vier regulären Uhren werden gewöhnlich auf den vier senkrechten Sei-

---

mit dem Cosinus der Aequatorhöhe dividirt, giebt den Sinus der Sonnenhöhe für die nemliche Zeit. (S. Anmerkung zu §. 211.)

ten eines Würfels, und zugleich eine horizontale Sonnenuhr auf der obern Seite desselben verzeichnet. Die Zeiger der letztern, so wie der Mittags- oder Mitternachtsuhr, sind gegen den Pol gerichtet; die Zeiger der Morgen- und Abenduhr aber sind gerade Stifte, die senkrecht auf der Ebene der Uhr und der 6ten Stundenlinie stehen. Die leichte Regeln, nach welchen diese Sonnenuhren entworfen werden, lehren alle gnomonische Schriften *).

Allgemeine Theorie der bisher beschriebenen regulären Sonnenuhren, zufolge eines Cylinders.

§. 904.

Stellt man sich einen Cylinder Taf. XIX. Fig. B unter dem Winkel der Polhöhe mit dem Horizont, gegen Norden geneigt, im Sonnenschein aufgestellt vor, durch dessen Mitte die Axe e f geht, so läßt sich aus dem Mittelpunct der obern und untern Kreisfläche auf derselben die obere und untere Aequinoctial-Uhr beschreiben; bey jener dient alsdann der hervorragende Theil der Axe e, und bey dieser f als Zeiger. Gedenkt man sich ferner, daß die senkrechten Ebenen der Stundenlinien dieser Uhren durch die ganze Masse des Cylinders fortgehen, so entstehen beym Horizontaldurchschnitt dieses Körpers a b; die Stundenlinien der

*) Um einen solchen gnomonischen Würfel nach der Mittagslinie richtig zu stellen, darf man nur denselben im Sonnenschein so lange verrücken, bis die Zeiger derjenigen Uhren, die auf einmal zeigen können, eine und die nemliche Zeit angeben, und dies ist zugleich die richtige Sonnenzeit.

Horizontaluhr, C ist deren Mittelpunct und eca der unter dem Winkel der Polhöhe aufgerichtete Zeiger. Bey einem senkrechten Durchschnitt des Cylinders dg hingegen zeigen sich rechts die Stundenlinien der Mittagsuhr, und fng wird der unter dem Winkel der Aequatorhöhe senkrecht aufgerichtete Zeiger, links aber die Stundenlinien der Mitternachtsuhr, und deren Zeiger cnd, der gleichfalls unter dem Winkel der Aequatorhöhe aufwärts gerichtet ist. Auf eine ähnliche Art entstehen auch die Morgen- und Abend-, so wie die Polaruhren, deren Ebene durch die Pole gehen, aus verschiedenen Durchschnitten eines solchen Cylinders.

Beschreibung einer abweichenden Mittagsuhr.

§. 905.

Die regulären Mittags-, Mitternachts-, Morgen- und Abenduhren erfordern, daß die vertikalen Mauern, woran sie beschrieben werden sollen, entweder genau in der Ebene des Meridians, oder der 90° von demselben entlegenen Scheitelkreise stehen. Dies trifft sich aber bey Gebäuden, Thürmen oder freystehenden Mauern selten, denn die mehreste Zeit weichen ihre Seiten unter kleineren oder größeren Winkeln von jenen Ebenen der vier Hauptscheitelkreise ab. Die Gnomonik lehrt nun, wie auch in diesen Fällen Sonnenuhren zu verzeichnen sind, welche die Tagesstunden richtig angeben. Ich will nur ein Beyspiel von einer abweichenden Mittagsuhr, nach der 162sten Figur, hersetzen.

§. 906. Es sey die, vermittelst der Boußole, oder einer richtigen Mittagslinie gefundene Abweichung einer Mauer *), an welcher eine Mittagsuhr verzeichnet werden soll, an der Abendseite oder vom Westpunct $10\frac{1}{2}$ Grad gegen Norden, folglich vom Ostpunct um so viel gegen Süden, so ist die mechanische Entwerfungsmethode dieser abweichenden Mittagsuhr folgende: Man verfertige sich zuerst auf dem Papier, für die bekannte Polhöhe, nach den vorhin gegebenen Regeln, eine horizontale Sonnenuhr, und diese sey Fig. 162. CABD, deren Mittelpunct S und Mittagslinie S 12; nach A Westen, B Osten, S Süden und 12 Norden. E 12 S ist der niedergelegte Zeiger und der Winkel 12 SE der Polhöhe des Orts gleich, für welchen die Uhr verzeichnet wird. Bey dem Mittagspunct 12 mache man den Winkel L 12 A der Abweichung der Mauer $10\frac{1}{2}°$ gleich, und ziehe LK, so geben die Stundenlinien der Hori-

---

*) Am sichersten läßt sich die Abweichung der Mauer folgendermaßen finden. Man hänge an einem in derselben eingeschlagenen Stift eine Bleykugel an einen Faden auf, und bemerke Vor- oder Nachmittag, wenn der Schatten des Fadens von der scheinenden Sonne nach einer, die wahre Zeit richtig weisenden Uhr, genau parallel mit der Mauer fällt. Alsdann ist der Stundenwinkel am Pol ZPS Fig. 49. bekannt. Ferner sey das Complement der Polhöhe ZP und der Sonnenabweichung SP gegeben, so läßt sich der Winkel SZP, dessen Ergänzung zu 180° das Azimuth der Sonne ist, nach §. 53. Formel IV finden. So viel dieses Azimuth Nachmittags kleiner oder Vormittags größer als 90° ist, weicht die Mauer vom Westpunct südwärts oder vom Ostpunct nordwärts ab; so viel es aber Nachmittags größer oder Vormittags kleiner als 90° ist, findet bey der Abweichung der Mauer das Gegentheil statt.

zontaluhr sowol da, wo sie aus S gezogen, die Linie LK durchschneiden, als verlängert antreffen, die Stundenlinien dieser abweichenden Mittagsuhr auf LK. Man ziehe alsdann an der Mauer eine Linie horizontal, und trage aus einem angenommenen Punct XII. auf derselben die Weite der Stundenlinien auf LK, XII XI; XII. X; XII. IX. ꝛc.; und auf der andern Seite XII. I.; XII. II; XII. III. ꝛc. Bey XII. wird an der Mauer über der gezogenen horizontalen Linie ein Perpendicul XII. N in der Länge 12 E aufgerichtet, so ist N der Mittelpunct derselben, aus welchem die Stundenlinien N I, N II, N III ꝛc. an der Mauer gezogen werden. Man lasse ferner in der Zeichnung auf dem Papier aus S auf LK das Perpendicul Sd fallen, trage die Weite 12 d an die Mauer rechts, so ist dN die sogenannte Substylarlinie, über welche der Zeiger kommt, die mit der 12 Stundenlinie den Winkel 12 Nd macht; setze endlich Sd und dN rechtwinklicht zusammen, so giebt NS die Zeigerstange ab, welche unter dem Winkel SNd an der Mauer in N senkrecht auf Nd befestigt wird. Statt der Stange wird zu mehrerer Festigkeit ein messingener Triangel SNd verfertigt *).

§. 907. Um die Winkel der Stundenlinien einer abweichenden Mittagsuhr und den Winkel der Substylarlinie mit der 12ten Stundenlinie geradehin oder ohne

---

*) Je größer die Abweichung der Mittagsuhr ist, desto mehr liegt der Zeiger von der Mittagslinie weg, und zwar bey einer Abweichung vom Westpunct gegen Norden, wie im obigen Beyspiel, ostwärts oder auf der rechten, im Gegentheil aber westwärts oder auf der linken Seite.

einen vorhergehenden Entwurf der horizontalen Uhr zu berechnen, sey Fig. 47. HZPR der Meridian, Z das Zenith; Zhm der Vertikalkreis, in welchem die Ebene der Uhr steht. Man kennt also die Abweichung derselben vom Nordmeridian = dem Winkel PZm, so wie den Abstand des Pols vom Zenith PZ = der Höhe des Aequators. Wird nun das Perpendicul Px gefällt, so entsteht das in x rechtwinklichte Dreyeck ZxP. Nun ist Sin. PZx . Sin. PZ = Sin. Px = den Winkel der Erdaxe oder des Zeigers mit der Substylarlinie, oder mit der Linie, welche durch die Perpendiculäre, die man, von jedem Punct des Zeigers auf die Ebene der Uhr gezogen, sich vorstellt, bezeichnet wird. Ferner mißt die Seite Zx, deren Tangente gleich ist, $\frac{\text{Cos. } PZx}{\text{Cot. } PZ}$ den Winkel der Substylarlinie mit der Vertikal- oder der 12ten Stundenlinie. Endlich ist Cot. ZPx $= \frac{\text{Cos. } ZP}{\text{Cot. } PZx}$. Es sey nun Phr ein Stundenkreis, z. B. von der ersten Stunde, der also mit dem Nordmeridian den Winkel ZPh von 15° macht, so giebt der Unterschied der Winkel ZPh und ZPx den Winkel hPx. Mit diesem und der Seite Px = dem Winkel des Zeigers und der Substylarlinie findet man die Tangente des Bogens hx durch $\frac{\text{Sin. } Px}{\text{Cot. } hPx}$, welcher den Winkel der Substylarlinie mit der gesuchten Stundenlinie mißt.

Beschreibung einer Sonnenuhr, auf welcher sich die Stunden, das Azimuth, die Höhe und der Auf- und Untergang der Sonne finden lassen.

§. 908.

Man mache auf einer steinernen oder kupfernen Platte nach Fig. 163. den Winkel A V ♈ der Polhöhe des Ortes gleich, für welchen die Uhr verzeichnet werden soll, z. B. für Berlin $52\frac{1}{2}°$; ziehe V A in beliebiger Länge, und A ♈ auf V ♈ senkrecht. Trage A V aus ♈ in G und E, und mache ♈ H = ♈ A, so ist G E die große und A H die kleine Axe einer Ellipse E A G H; der eine Brennpunct derselben liegt in V, und wenn man A V von A nach T trägt, in T der andere, und hiernach läßt sich die Ellipse entwerfen (§. 419. Anmerk.). Man beschreibe aus ♈ mit dem Halbmesser ♈ G den Kreis G D E L mit Bleystift, theile jeden Quadranten desselben in 6 gleiche Theile, und ziehe aus jedem Theilungspunct gegen G E senkrechte Linien, bis an den Umkreis der Ellipse, wie D XII; r I; h II rc.; so werden sich auf demselben die Stunden verzeichnen lassen. A liegt gegen Norden, und hat die Mittags-, H aber gegen Süden, und hat die Mitternachtsstunde bey sich. G zeigt die 6ste Morgen- und E die 6ste Abendstunde an. An T mache man ferner einen jeden Winkel, wie ♈ T ♋, ♈ T ♊, ♈ T ♉, ♈ T ♓ rc. der Abweichung der Sonne, welche beym Eintritt derselben in diese Zeichen statt findet, gleich, so lassen sich auf ♑ ♋ die 12 Zeichen der Ecliptik bemerken. Der Zeiger dieser Uhr ist ein gera-

der Stift, in beliebiger Länge, welcher senkrecht über den jedesmaligen Ort der Sonne auf ♑ ♋ aufgerichtet wird, und daher sich längs dieser Linie fortschieben lassen muß.

§. 909. Ist nun die Sonne im 1° ♉ oder 1° ♍, und der Schatten des in diesem Punct gestellten Zeigers fällt auf IX Uhr Vormittag, oder III Uhr Nachmittag, so wird der Winkel A ♉ IX oder A ♉ III das Azimuth derselben seyn, und dessen Anzahl Grade lassen sich unter andern an einem, auf einer Scheibe in Grade abgetheilten Kreis, der alsdann über den Zeiger gesteckt wird, finden. Zieht man für diesen Tag aus dem Punct ♉ die Normallinien ♉ m und ♉ n, welche senkrecht auf dem Umkreis der Ellipse stehen, oder selbige unter einem rechten Winkel durchschneiden, so zeigen diese die Stunde des Auf- und Untergangs der Sonne an diesen Tagen zu Berlin um 5 Uhr Morgens und 7 Uhr Abends. Diese Normallinien finden sich, wenn man bey einer nördlichen Abweichung der Sonne aus einem Punct der Linie ♈ L, und bey einer südlichen aus einem Punct der Linie ♈ D (beyde erforderlichen Falls verlängert) einen Bogen durch die beyden Brennpuncte V und T und den Ort der Sonne zieht, bis derselbe den Umkreis der Ellipse durchschneidet, und demnach liegen in unserm Beyspiel die Puncte m, V, ♉ oder ♍, T und n auf einem Circulbogen. Ferner ist eine jede Linie, von dem Ort der Sonne bis zu einer gewissen Stunde am Umkreise der Ellipse gezogen, allemal dem Cosinus der Sonnenhöhe gleich, wenn die zu derselben gehörige Nor-

mallinie den Radius vorstellt, und z. B. wenn die Sonne in ♉ tritt, wird ♉ III, ♉ IX dem Cosinus der Sonnenhöhe über dem Horizont um 9 Uhr Vormittag und 3 Uhr Nachmittag gleich seyn, wenn ♉ m oder ♉ n als der Radius angesetzt wird. Der Zeiger dieser Azimuthaluhr muß nicht zu kurz seyn, damit sein Schatten allemal über die Ellipse hinausfallen kann. Noch ist es bey dieser Uhr merkwürdig, daß solche auch als eine Horizontaluhr dienen kann, wenn man den vorigen Zeiger abnimmt, GE die Mittagslinie seyn läßt, auf ♈ G an ♈ den Zeiger unter dem Winkel der Polhöhe aufrichtet, in G die Mittagsstunde setzt, und hiernach die übrigen Stunden rechter Hand von G als Nachmittags-, linker Hand aber als Morgenstunden abändert.

Beschreibung des Entwurfs eines Kreises, um aus der Zeit die Sonnenhöhe zu finden.

§. 910.

Man suche für den gegebenen Tag die Mittagshöhe und die Mitternachtstiefe der Sonne; jene giebt bekanntlich bey ihrer nördl. Abweichung, die Summe und diese der Unterschied der Aequatorhöhe und der Abweichung; bey südlicher Sonnen-Abweichung aber jene der Unterschied und diese die Summe von beyden. Beschreibe einen Kreis e H f R Fig. VI. Taf. XIX und ziehe den Vertical- und Horizontal-Durchmesser e f und HR, theile solchen in Grade und trage z. B. für Berlin am 19ten May, da die nördl. Abweichung der Sonne

20° ist, ihre Mittagshöhe 37° 28′ + 20° = 57° 28′ aus H in r und die Mitternachtstiefe 37° 28′ — 20° = 17° 28′ aus R in n, ziehe nK und rm mit HR parallel, beschreibe auf yx als Durchmesser einen Kreis, und theile solchen in 24 Stunden. In diesem Kreis stellt nun der Bogen uyw den über dem Horizont liegenden Theil des Parallel- oder Tageskreises der Sonne, und wxu den unter dem Horizont befindlichen Theil desselben vor, in u liegt am Horizont die Zeit des Aufgangs und in w die Zeit des Untergangs der Sonne 4 Uhr Morgens und 8 Uhr Abends, woraus sich die Länge des Tages und der Nacht ergiebt. Eine jede Linie wie hier hi durch die 9te Stunde Vor- und 3te Stunde Nachmittags mit dem Horizont parallel gezogen, bestimmt die Höhe der Sonne über dem Horizont 40°, zu der einen oder andern Stunde; uy 3 ist die Zeit von Sonnenaufgang bis 3 Uhr Nachm. und 3 w die Zeit von da bis Sonnenuntergang. Die Sehne mn gehört dem Bogen von der Summe der Mittagshöhe und Mitternachtstiefe der Sonne 57° 28′ + 17° 28′ = 74° 56′ = der doppelten Aequatorhöhe, w 3 ist der Sinus der Sonnenhöhe, und dieser steht im beständigen Verhältniß mit dem Product der beyden Sehnen u 3, und 3 8, deren Größe sich aus der Zeitdauer von Sonnenaufgang bis zur Beobachtungszeit und von da bis zum Untergang der Sonne im Bogen verwandelt, findet.

Beschreibung eines Quadranten, um aus der Höhe der Sonne die Zeit zu finden *).

§. 911.

Nach Figur 164 beschreibe man aus einem Mittelpunct C mit beliebigem Halbmesser (doch wenigstens von 6 Zoll) den Quadranten KHE, und theile denselben von K an gerechnet, genau in 90°; ziehe auf der einen Seite CE als einem Durchmesser, aus T den halben Circul CNE, zähle am Gradbogen die Höhe des Aequators an dem Ort, für welchen die Stundenlinien auf dem Quadranten zu entwerfen sind, als hier z. B. für Berlin, $37\frac{1}{2}°$ von K gegen E, so trifft solche in den Punct H. Man suche auch die größte und kleinste Sonnenhöhe zu Berlin, jene ist $37\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 61°$ und fällt in R und diese $37\frac{1}{2}° - 23\frac{1}{2}° = 14°$ und fällt in G. Ziehe hierauf die Linien zum Mittelpunct GC, HC und RC; ferner TS mit HC parallel und CV auf TS senkrecht. Beschreibe über V mit dem Halbmesser VT einen halben Circul mit Bleystift, theile denselben in 12 gleiche Theile, und ziehe aus jedem Theilungspunct Linien senkrecht auf ST, so ergeben sich so viele Mittelpuncte, für die Stunden 12. 11. 10. 9 etc. aus welchen die Stundenbogen durch C innerhalb des halben Circuls CNE, und zwischen GC und RC

*) Die Entwerfung dieses Quadranten, so wie der im §. 906. beschriebenen Azimuthaluhr und des im §. 908. vorgestellten Sonnenhöhenkreises lehrt Lambert in seinen Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik, 2ten Theils, 1ster Abschnitt. Berlin 1770.

sich beschreiben lassen. Diesen Bogen werden die gleich weit vom Mittage entfernte Vor- und Nachmittagsstunden beygesetzt, und CNE wird der Mittagsstundenbogen, wie die Figur zeigt. Man ziehe noch außerhalb des halben Kreises CNE aus T zwey koncentrische Bogen zwischen den Linien CG und CR, zähle von H bey $37\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen R die nördliche und gegen G die südliche Abweichung der Sonne, wenigstens von 10 zu 10 Graden eines jeden Zeichens der Ecliptik, so lassen sich, vermittelst eines an C und diesen Puncten des Umkreises gelegten Lineals, die Zeichen und Grade auf dem Bogen ♋ ♑ richtig bemerken. Die Figur wird alsdann auf einen kupfernen oder messingenen Quadranten gebracht, wobey der halbe Circul ST wegbleibt. In C wird noch ein kleiner Stift senkrecht eingeschlagen, und an demselben ein Faden CL mit einer Perle N und kleinen Bleykugel L angehängt.

§. 912. Beym Gebrauch des Quadranten wendet man C gegen die Sonne, läßt den Schatten des in C befindlichen Stifts längs der Seite CE fallen, so schneidet der freyhangende Faden auf dem Umkreise des Quadranten den Grad der Sonnenhöhe ab. Man schiebt alsdann die Perle auf die 12te Stundenlinie in N, und legt hernach den Faden über den Ort der Sonne, welcher, wenn z. B. der Tag der Beobachtung der 19te April oder 22ste August wäre, der erste Grad des ♉ oder ♍ seyn würde; der Faden wird hierauf längs CI gehalten, und die Perle kömmt in n, woselbige die gesuchte Vor- oder Nachmittagsstunde, kurz vor $7\frac{1}{2}$ oder gleich nach $4\frac{1}{2}$ Uhr angiebt. Die Einrich-

tung dieses Quadranten hat darin vor andern, zu einem ähnlichen Gebrauch vorgeschlagenen, das bequeme, daß die Stundenlinien nach einfachen Regeln, und ohne der geometrischen Genauigkeit etwas zu vergeben, durch lauter Circulbogen sich entwerfen lassen. Unterdessen muß man doch, wenn die Sonne niedrig am Himmel steht, nicht sehr auf die Genauigkeit dieses Quadranten rechnen, weil daselbst die Stundenlinien nahe an einander fallen, vornemlich wenn dessen Halbmesser nur klein ist. Es lassen sich auch bey einer ansehnlichen Größe desselben die Bogen für die halben, viertel, auch wol noch kleinere Theile der Stunden ziehen, wenn man hiernach die Abtheilung des auf ST stehenden halben Circuls einrichtet.

Von den Mond- und Sternen-Uhren.

§. 913.

Es ist ein nicht geringer Vortheil, daß man sich auch des Mondscheins in heitern Nächten, zur Bestimmung der Zeit der Nacht bedienen kann. Der Mond gebraucht aber nach seiner mittlern Bewegung 24 St. 50½′ Sonnenzeit zu seinem scheinbaren täglichen Umlauf am Himmel, und daher verhalten sich die Mondstunden zu den Sonnenstunden wie 24 Stunden zu 24 Stunden 50½′ oder wie 1440 : 1490½, welches in kleinern Zahlen dem Verhältniß 29 : 30 sehr nahe kömmt. Hierdurch, und wenn noch dazu die Zeit der Culmination des Mondes aus den Ephemeriden bekannt ist, läßt sich die Stunde der Nacht durch den Mondschein entweder 1)

durch

durch eine gewöhnliche horizontale Sonnenuhr, oder 2) durch eine eigentliche Monduhr folgendermaßen finden.

§. 914. Betreffend die erstere Methode, so sey z. B. bekannt, daß der Mond um 8 Uhr 24′ Abends durch den Meridian gehen werde. Fällt alsdann der Schatten, den der Zeiger einer richtig entworfenen und gestellten horizontalen Sonnenuhr vom Mondschein wirft, gerade auf die Mittagslinie, so weiß man, daß es 8 Uhr 24′ sey; fällt er aber auf eine andere Stundenlinie, so ist noch eine Reduction der Mond- und Sonnenstunden vorzunehmen. Gesetzt, in eben der Nacht falle der Schatten beym Mondschein auf 3 Uhr 16′ Nachmittag, so erhellet daraus, daß der Mond bereits vor mehr als 3 Stunden den Meridian passirt sey. Diese 3 St. 16′ sind aber in diesem Falle eigentlich Mondsstunden, deren der Mond 24 zu seinem täglichen Umlauf gebraucht; man setzt demnach: 24 St. Mondzeit verhalten sich zu 24 St. 50½′ Sonnenzeit wie 3 St. 16′ Mondzeit zur 4ten Proportionalzahl = 3 St. 23′ Sonnenzeit. Diese zur Culminationszeit 8 Uhr 24′ addirt, giebt die gesuchte Zeit der Nacht 11 Uhr 47′. Oder da sich die Mondstunden zu den Sonnenstunden beynahe wie 29 : 30 verhalten, so darf man nur die Anzahl der vor und nach Mittage vom Schatten des Mondes an der Uhr beobachteten Mondstunden um ihren 29sten Theil vermehren, und selbige alsdann zu der Zeit der Culmination des Mondes addiren, wenn der Mond wie im vorigen Beyspiel, bereits durch den Meridian gegangen, oder davon sub-

trahiren, wenn er noch ostwärts vom Meridian sich befindet.

§. 915. Die Zeichnung und der Gebrauch einer **Monduhr** wird in der 165sten Fig. vorgestellt. Man beschreibe erstlich eine Aequinoctialuhr CADB wie für die Sonne (§. 896 und Fig. 158) und stelle solche mit ihrem Zeiger unter dem gehörigen Winkel der Aequatorhöhe auf. Diese Uhr bildet in Fig. 165 der äußere mit römischen Ziffern bezeichnete schattirte Kreis ab. Man verfertige alsdann eine messingene Scheibe, in der Größe, daß sie am innern Rande dieser Aequinoctialuhr anschließt, und sich um ihren Mittelpunct T, auf den Zeiger der Uhr gesteckt, umdrehen läßt. Den Umkreis derselben theile man in 24 St. $50\frac{1}{2}'$, oder man setze am Mittelpunkt T für eine jede Stunde den Winkel $\frac{360°}{24 \text{ St. } 50\frac{1}{2}'} = 14° \ 29\frac{1}{2}'$, so ist dies die eigentliche Monduhr, auf welcher 24 Stunden in eben der Ordnung, wie auf der Aequinoctialuhr verzeichnet werden, doch so, daß der sich noch findende überschüßige Raum, der Mitternachtsstunde bey E gerade gegen über kömmt und schattirt wird, wie die Figur zeigt. Von E nach G sind Abend- und von E nach L Morgenstunden. Kommt nemlich der Mond z. B. des Abends um 5 Uhr in den Meridian, so wird die 5te Stunde bey G am Meridian bey XII gesetzt, und eben dies geschieht mit dem Puncte L, wenn der Mond früh um 6 Uhr culminirt. Gesetzt nun, der Mond stehe nach obigem Beyspiel, für welches die Scheiben in der Figur gestellt sind, um 8 Uhr 24′ Abends im Meridian, so wird

diese Zeit der Monduhr an die XIIte oder Mittagsstunde der Sonnenuhr bey H geschoben, fällt nun in dieser Nacht der Schatten des Zeigers beym Mondschein auf III Uhr 16′ der Sonnenuhr bey r, so zeigt er zugleich auf der Monduhr, daß es 11 Uhr 47′ nach der Sonne sey. Diese Angabe einer richtig verzeichneten Monduhr wird immer zuverläßiger, je höher der Mond über dem Horizont steht, weil alsdann die Wirkung seiner Refraction und Parallaxe unmerklich wird.

§. 916. Eine Sternenuhr lehrt, vermittelst der in der Nachbarschaft des Nordpols stehenden Sterne die Stunde der Nacht beyläufig zu finden. Gemeiniglich werden dieselben auf den Polarstern und die beyden hellen Sterne (β und α nach meinen Himmelscharten) im Viereck des großen Bären, (auch die Hinterräder des großen Wagens genannt,) welche mit dem Polarstern auf einer Linie stehen, oder auf den Polarstern und den hellsten Stern am Rücken des kleinen Bären (β nach meinen Charten) eingerichtet. Gesetzt nun, man wählt hiezu die beyden zuerst genannten Sterne im großen Bären, so muß bekannt seyn, wenn diese Sterne mit der Sonne zugleich in den Meridian kommen. Dies läßt sich aber aus ihrer geraden Aufsteigung, welche der 162ste Grad des Aequators ist, leicht finden. Denn wenn die Sonne diese Aufsteigung hat, so gehen beyde Sterne um 12 Uhr Nachts unter, und wenn die Aufsteigung der Sonne $162° + 180° = 342°$ ist, um selbige Zeit über dem Pol mit der Sonne zugleich durch den Meridian. Ersteres geschieht am 2ten September und letzteres am 1sten März.

§. 917. Die Sternenuhr besteht nun, wie die 166ste Figur vorstellt, aus zwey Scheiben von Holz oder Messing ꝛc., davon die innere beweglich ist; imgleichen aus einem beweglichen messingenen Lineal oder einer Regel CG, deren Mittelpunct C durchbohrt ist. Der Kreis der äußersten Scheibe, die in der Figur zum Theil schattirt ist, wird in die 12 Monate des Jahrs und deren einzelne Tage abgetheilt. An dem Instrument befindet sich ein Handgriff E, deren Mitte genau beym 2ten September befestigt wird, indem es auf β und α im großen Bären eingerichtet ist. Die innere und kleinere Scheibe wird in die 24 Stunden des Tages eingetheilt, und ist rund umher mit Zähnen versehen, um auch im Dunkeln daran die Stunden durchs Gefühl abzählen zu können. Der größte Zahn von allen gehört der 12ten oder Mitternachtsstunde. Die Regel läßt sich um den Mittelpunct C an einem Gewinde drehen, und ragt über den Rand des äußersten Circuls hinaus.

§. 918. Gesetzt nun, der Seefahrer will in der Nacht vom 10ten auf den 11ten April die Stunde der Nacht, vermittelst einer solchen Sternenuhr finden, so stellt er zuerst den größten Zahn der innern Scheibe auf den 10ten April an der äußern, faßt die Uhr bey dem Handgriff E, und hält dieselbe gegen Norden aufrecht, doch so, daß ihre bezeichnete Seite sich gegen Süden kehrt und ihre Ebene beyläufig unter den Winkel der Aequatorhöhe mit dem Horizont geneigt ist. Alsdann sieht er durch das in der Mitte des Gewindes der Regel befindliche Loch C nach dem Polarstern; verschiebt hierauf die Regel (wobey sich aber die Stundenscheibe

nicht verrücken muß,) so lange hin und her, bis die zwey bemerkten hellen Sterne im Viereck des großen Bären genau längs der Seite C G oder genau an NG erscheinen, und der Polarstern zugleich durch C sich zeigt, so wird die an dieser Seite der Regel liegende Stunde die gesuchte seyn. Es wäre nach diesem Beyspiel um 3 Uhr Morgens den 11ten April. Wenn der Handgriff über dem 8ten November befestigt wird, so kann das Instrument auf eben die Art bey dem hellen Stern β. am Rücken des kleinen Bären zur Erfindung der Nachtzeit gebraucht werden.

Funfzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie.

§. 919.

Die mathematische Chronologie oder Zeitrechnung gründet sich, der Hauptsache nach, ganz auf die Sternkunde, verdient daher mit allem Recht eine Stelle unter den astronomischen Wissenschaften und heißt daher auch die astronomische Chronologie. Sie beschäftigt sich mit Abmessung und Eintheilung der Zeit, nach den am Himmel richtig beobachteten scheinbaren Umläufen der Himmelskörper und vornemlich der Sonne und des Mondes, vergleicht nach willkührlich angenommenen Maaßen, die Zeit-Dauer des

Umlaufs derselben mit einander, sowol in Rücksicht der bürgerlichen oder politischen als kirchlichen Verfassungen gesitteter Völker, und setzt hiernach die wichtigsten Begebenheiten des Alterthums, als verschiedene Zeitepochen, Zeitanfänge und Zeitperioden, fest. Ich werde erstlich von den kleinern Abtheilungen der Zeit, dann von den Jahren und Zeitrechnungen (Aeren) verschiedener Völker; von den eingeführten chronologischen Circuln oder Zeitumläufen, um eine Zeit von der andern zu unterscheiden; von den alten Perioden oder berühmtesten Zeitepochen; von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung ꝛc. kürzlich handeln *).

Von den Stunden, Tagen und Wochen.

§. 920.

Eine Stunde ist der 24ste Theil des Tages, sie wird gewöhnlich in 60 Minuten, und die Minute wieder in 60 Secunden abgetheilt. Die Juden und Araber setzen bey ihren chronologischen Rechnungen eine Stunde auf 1080 Theile, welche sie Helakim oder chaldäische Scrupel nennen, an. Zur Ausmessung der Dauer der Stunden und ihrer Theile, hat man sich, außer den Sonnenuhren, schon im frühesten Alterthum der Wasser- und Sanduhren bedient, wiewol diese nicht viel Genauigkeit geben konnten, bis endlich in den neuern

---

*) Das Nähere S. unter andern in Dantine, allgemeine Chronologie für die Zeiten nach Christi Geburt ꝛc. mit Walchs Vorrede, 8. Leipzig 779.

Zeiten die Taschen- und Pendul-Uhren erfunden wurden, welche uns auch die kleinern Zeitmomente sehr genau, und gewöhnlich die letztern sogar einzelne Secunden zuzählen *). Der natürliche Tag ist die Dauer der Zeit, welche die Sonne über dem Horizont eines Ortes verweilet, sie ist nach den verschiedenen Zeiten des Jahres sehr ungleich **). Der bürgerliche Tag ist aus Tag und Nacht zusammengesetzt, innerhalb welchem die Sonne ihren scheinbaren Umlauf am Himmel vollführt. Von der doppelten Ursache der ungleichen Länge dieses bürgerlichen oder Sonnentages, imgleichen von dem Sternentage ist schon oben in der Astronomie von §. 177 bis 185. geredet worden.

§. 921. Hypparch setzt in seinen Sonnen- und Mondtafeln die Epochen für die Mitternachtsstunde an, und wird also den Tag mit diesem Zeitpunct angefangen haben. Ptolemäus zählt beym astronomischen Calcul die Stunden von einem Mittag zum andern fort, fängt aber den bürgerlichen Tag mit dem Morgen an, welches also wol zu seiner Zeit in Aegypten

---

*) Man hat auch zum Behuf der astronomischen Beobachtungen Tertien-Uhren verfertigt, welche jede Secunde in 60 Theile eintheilen sollen, allein dies ist im Grunde ein bloßes Spielwerk, da unmöglich das Auge und Ohr des Beobachters, den 60sten Theil eines Secundenschlages erhaschen kann. Unterdessen muß der praktische Astronom die Zeitmomente so viel möglich bis auf Theile von Secunden zu bestimmen suchen, weil jeder Zeitsecunde 15 Sec. im Bogen des Aequators zugehören.

**) Die Dauer des kürzesten Tages ist z. B. zu Berlin 7 St. 24′; des längsten 16 St. 36′. Beyde verhalten sich daher gegen einander wie 444 : 696 oder wie 1 : 2, 24.

üblich war *). Gegenwärtig fangen fast alle europäische Völker den Tag von Mitternacht an. Man zählt im bürgerlichen Leben von Mitternacht bis zum folgenden Mittage die ersten 12 Tagesstunden, und fängt von da wieder an nochmals 12 Stunden bis zur nächsten Mitternacht zu rechnen. Die erstern heißen dann Morgen- und die andern Abendstunden. Die neuern Astronomen hingegen fangen den Tag vom Mittage an, oder von dem Augenblick, da die Sonne ihren täglichen höchsten Stand am Himmel erreicht **), und zählen bis zum folgenden Mittage 24 Stunden in einem fort; daher kommen die astronomischen Stunden mit den bürgerlichen in den Nachmittags- oder Abendstunden der Zahl nach, überein; hingegen bey den Vormittag- und Morgenstunden findet sich ein Unterschied von 12 Stunden. Z. B. den dritten Januar Morgens um 5 Uhr bürgerlicher Rechnung ist nach astronomischer Zeit, den 2ten Januar 17 Stunden ***).

§. 922. Die heutigen Araber fangen ihren Tag, so wie ehemals die Umbri, gleichfalls vom Mittage an.

---

*) S. Hrn. Prof. Ideler's historische Untersuchungen über die astronom. Beobachtungen der Alten, 8. Berl. 1806.

**) Für diese Zeit wird auch gewöhnlich in den astronomischen Jahrbüchern der Ort der Sonne und aller davon abhängenden Umstände des Laufs derselben angesetzt.

***) Bey den astronomischen Rechnungen war ehedem die complette Zeit eingeführt, jetzt wird alles nach laufender oder zählender bestimmt. Z. B. den 18. März 1807, Morgens 6 Uhr 8′ 12″ bürgerliche Zeit oder 1807 den 17. März 18 Stunden 8′ 12″ laufende astronomische Zeit, ist 1806, Mt. Febr. 16 Tage 18 St. 8′ 12″ complette oder verflossene Zeit.

Die alten Babylonier, Perser ꝛc. rechneten ihre Tagesstunden vom Aufgange der Sonne an, und zählten gleichfalls 24 Stunden in einem fort. Diese babylonischen Stunden sollen noch bey den heutigen Griechen im Gebrauch seyn, imgleichen auf den Balearischen Inseln Majorka ꝛc. Die Juden fangen ihren Tag mit Untergang der Sonne an, und theilten ehedem den natürlichen Tag, oder die Zeit vom Auf- bis Untergang der Sonne, durchs ganze Jahr in 4 Theile, jeden zu 3 Stunden ein, daher ihre Tagesstunden im Sommer länger als im Winter wurden *). Diese ungleichen bürgerlichen, auch bey den alten Römern eingeführten Stunden werden (nach astrologischen Deutungen) Planetenstunden genannt, und kommen nur um die Zeit der Frühlings- und Herbstnachtgleiche, mit den Stunden aller übrigen Völker, der Länge nach überein. Die heutigen Italiäner and Chineser fangen noch größtentheils, so wie ehedem die Juden und Athenienser, gleichfalls mit Untergang der Sonne, ihre Tagesstunden zu zählen an, und die Italiäner eigentlich eine halbe oder dreyviertel Stunden nach Sonnenuntergang, es werden dabey 24 Stunden in einer Reihe fortgerechnet. Diese sogenannten italiänischen Stunden waren auch noch im siebzehnten Jahrhundert in Polen, Oestreich und Böhmen gebräuchlich.

---

*) Der Unterschied war aber, in Palästina, näher am Aequator nicht so merklich als bey uns. Z. B. zu Jerusalem unterm 31¼° der Breite, hatte der längste Tag 14 Stunden 4′, der kürzeste 9 Stunden 56′.

§. 923. Der Gebrauch, das Jahr in Wochen von 7 Tagen einzutheilen, wird schon in dem entferntesten Alterthume fast bey allen orientalischen Völkern angetroffen; und selbst bey den Peruanern wurde derselbe, bey der Eroberung von Amerika, vorgefunden. Diese bey allen gesitteten Völkern gemeinschaftlich eingeführte Gewohnheit, muß eine allgemeine Ursache haben. Gemeiniglich wird solche aus der uralten mosaischen Schöpfungsgeschichte, und Feyer des siebenten Tages hergeleitet, und wäre demnach ein Ueberrest von dem religiösen Gebräuchen der Erzväter, die sich durch Traditionen auf ihre Nachkommen fortgepflanzt. Dann war die Zahl 7 schon bey den Alten als eine heilige Zahl berühmt und konnte gleichfalls zu den Zeitabschnitten, die wir Wochen nennen, Veranlassung gegeben haben *). Man kann aber auch mit vielem Grunde der Wahrscheinlichkeit annehmen, daß schon die ältesten Völker der Erde sich hiebey, so wie bey ihrer übrigen Zeitrechnung anfänglich nach dem Mond gerichtet, der monatlich oder in 29 Tagen seine so sehr in die Augen fallende Lichtgestalt viermal, und folglich etwa alle 7 Tage ändert, so wie noch in unsern Zeiten die Türken, Mohren und verschiedene amerikanische Völkerschaften ihren ganzen Calender nach den sogenannten Mondwandelungen einrichten **). Ueberdem thei-

*) Bey den Juden ist der letzte oder siebente Tag in der Woche, der Sonnabend ein Ruhe- oder Feyertag, bey den Christen aber der erste oder der Sonntag.

**) Selbst die Bewohner der Insel Otaheite im Südmeer, rechneten die Zeit, wie Cook berichtet, nach den Mondsabwechselungen.

len, 7 Tage auf eine Woche gerechnet, das Sonnenjahr von 365 Tagen, bis auf einen Tag, in 52 Wochen ein *).

§. 924. In der Folge der Zeit nahmen neuere Völker die angeblichen 7 Planeten der Alten zur Benennung der Wochentage an, die wir noch jetzt, aber blos zur Abkürzung beybehalten: Diese 7 Planeten wurden, nach dem System der Alten also geordnet: ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☾.

Bey den Wochentagen aber:

Sonntag,	Montag,	Dienstag,	Mittw.,	Donnerst.,	Freitag,	Sonnab.
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Die Ursache dieser Ordnung der Planeten, zur Bezeichnung der Wochentage, ist folgende: Nach den astrologischen Träumereyen (§. 128.) regiert ein jeder Planet des Tages eine Stunde, und von demjenigen, welcher die erste Stunde beherrscht, hat der ganze Tag seinen Namen. Fängt man nun vom Sonntage, als dem ersten Wochentage, an, und läßt die Sonne, als den vornehmsten unter allen die erste Stunde, und nach ihr die übrigen Planeten in den folgenden Stun-

*) Obgleich der synodische Umlauf des Mondes oder die Wiederkehr seiner vier Haupt-Lichtgestalten 29 Tage 12 St. 44′ dauert (§. 476.) und folglich zwischen jeder 7 Tage 9 St. verfließen, so scheinen doch, da man ganze Tage rechnen mußte, dieses Unterschiedes ungeachtet, die vier Mondwandelungen zur Einführung der Wochen von 7 Tagen die erste Gelegenheit gegeben zu haben: denn Wochen von 6 oder 8 Tagen würden sich noch weit mehr von der Rückkehr der Lichtgestalten des Mondes entfernt haben. Wiewol die alten Römer 8 Tage auf eine Woche rechneten.

den nach der Ordnung ☉ ♀ ☿ ☾ ♄ ♃ ♂ regieren, so wird die Sonne wieder in der 8ten, 15ten und 22sten Stunde an die Reihe kommen. Die 23ste Stunde beherrscht hierauf die ♀, die 24ste ☿, die 25ste oder die erste Stunde des Montags der ☾. Dieser wird am Montage wieder die 8te, 15te und 22ste Stunde herrschen, die 23ste kommt ♄, die 24ste ♃, hierauf die 25ste oder die erste Stunde des Dienstags der ♂ u. s. w.; woraus sich die Ordnung dieser Benennung der Wochentage nach den Planeten ergiebt.

Von den Monaten und Jahren.

§. 925.

Die **Monate** sind entweder **Sonnen**- oder **Mondenmonate**. Jene bestehen im bürgerlichen Leben aus 30 oder 31 vollen Tagen, und bey den Astronomen in der genauen Zeitdauer, innerhalb welcher die Sonne ein jedes Zeichen oder 30° ihrer Bahn durchläuft, und sind gleichfalls von ungleicher Länge *). Diese aus 29 oder 30 vollen Tagen, in welchen der Mond seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet.

---

*) Z. B. Die Sonne verweilt nach ihrer wahren Bewegung

im	♈	30 Tag.	12 St.	37 M.	im	♎	30 Tag.	8 St.	4 M.
—	♉	31 —	0 —	31 —	—	♏	29 —	20 —	21 —
—	♊	31 —	8 —	39 —	—	♐	29 —	12 —	23 —
—	♋	31 —	10 —	52 —	—	♑	29 —	10 —	29 —
—	♌	31 —	6 —	26 —	—	♒	29 —	14 —	44 —
—	♍	30 —	20 —	35 —	—	♓	30 —	0 —	8 —
		186 —	11 —	40 —			178 —	18 —	9 —
							186 —	11 —	40 —
							365 Tag.	5 St.	49 M.

Zwölf Monate machen ein Jahr aus, und demnach entstehen hieraus Sonnen- und Mondenjahre. Das Sonnenjahr ist die Dauer der Zeit, innerhalb welcher die Sonne durch alle zwölf Zeichen der Ecliptik herumkömmt, es enthält 365 Tage, 5 St. 49 Min. (§. 412.) Das Mondenjahr ist 354 Tage, 8 St. 49 Min. (§. 476.) lang, in welcher Zeit der Mond 12mal seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet.

§. 926. Einige Geschichtschreiber haben behauptet, daß die Jahre der ersten Völker der Erde, Mondenmonate waren, und daß sich das hohe Alter der Patriarchen daraus erklären lasse; allein es bleibt bey dieser Voraussetzung noch manches unerklärbar *). Die alten Aegyptier rechneten das Jahr durchaus zu 365 Tagen, nemlich zu 12 Monaten, jeden von 30 Tagen und 5 Ergänzungstagen; daher die Sonne jährlich an einem gleichen Monatstage um 6 Stunden zurückblieb, und das Aequinoctium nach vier bürgerlichen Jahren um einen ganzen Tag später einfiel. Nach 1461 bürgerlichen Jahren (der bey den Aegyptiern sogenannten Hundssternperiode) trug dieser Fehler schon ein ganzes Jahr aus, innerhalb welcher Zeit die vier Jahreszeiten in allen Monaten des Jahres, nach und

---

*) Z. B. das angegebene höchste Alter derselben, vor der Sündfluth, 969 (vorausgesetzt) Mondenjahre, trifft mit dem gegenwärtigen Alter der Menschen, 80 Sonnenjahre, recht gut zusammen; allein ihre so sehr frühe Verheyrathung, z. B. schon im 65sten Mondenjahre, läßt sich damit nicht vereinigen. Auch ist sogleich nach der Sündfluth nur von einem Alter von 200 und wenigern Jahren die Rede.

nach, sich eingestellt hatten. Diese ägyptischen Jahre kommen mit den Nabonassarischen (davon unten) überein, und sind noch in Persien gebräuchlich. Die Namen der 12 Aegyptischen Monate waren: Thoth, Phaophi, Athyr, Chöack, Tybi, Mechir, Phamenoth, Pharmuthi, Pachon, Payni, Epiphi, Mesori. Die Griechen hatten folgende Monate ihrer Sonnenjahre: Gorpiäus, Hyperberetäus, Dius, Apelläus, Audynäus, Peritius, Dystrus, Xanthicus, Artemisius, Däsius, Panemus, Lous.

§. 927. Seit der Babylonischen Gefangenschaft sind die Jahre der Juden nach dem Lauf des Mondes und der Sonne zugleich eingerichtet. Ihre bürgerlichen gemeinen Jahre sind eigentliche Mondenjahre von 354 Tagen. Sie müssen aber zuweilen, um das bürgerliche Jahr wieder mit dem Sonnenjahr zu vereinigen, einen ganzen Monat einschalten, und dann erhält ein solches Schaltjahr 13 Monate oder 384 Tage. Ueberdem, da nach den Satzungen der Alten niemals ein strenge zu feyernder Fasttag zunächst vor oder nach dem Sabbath oder Sonnabend eintreffen darf *), so sind sie genöthigt, sowol in gemeinen als Schaltjahren, bald einen Tag mehr, bald einen weniger zu zählen. Ihr Jahr muß nie am Sonntage, Mittwoch und Freytag, oder den 1sten, 4ten und 6sten Wochentag (Sabather) an-

*) Der Grund davon soll seyn, weil zubereitete Fleischspeisen in den wärmern, ehemals von Juden bewohnten Ländern, sich nicht zwey Tage hintereinander gut erhalten.

fangen, und sollte sich dieses treffen, so wird es einen Tag später angefangen. Fällt der Neumond Tisri auf 18 Stunden oder später, so wird der folgende Tag genommen. Wenn der Neumond Tisri eines gemeinen Jahres auf 9 Stunden 204 Helakim des dritten Wochentages oder später eintrifft, so sollte der 1ste Tisri auf den vierten fallen; und da dies nicht seyn darf, so muß solcher auf den 5ten Wochentag verlegt werden. Wenn der Neumond Tisri eines Schaltjahres auf 18 Stunden des 3ten Wochentages fällt, so wird das folgende Jahr um einen Tag später angefangen; bey diesen Sätzen kehren die jüdischen Jahre erst nach 689472 Jahren in gleicher Ordnung wieder. Hieraus entstehen sowol in den gemeinen als Schaltjahren ordentliche, abgekürzte und überzählige. Die erstere Art hat in gemeinen Jahren 353, in Schaltjahren 383; die zweyte in jenen 354, in diesen 384; die dritte in jenen 355, in diesen 385 Tage. Ihre 12 Monate oder Monden, die sie allemal mit dem Neumond anfangen, zeigt die folgende Tafel, wobey die Anzahl Tage für die ordentlichen und gemeinen Jahre gelten.

1 *Tisri*	hat	30	Tage.	7 *Nisan*	hat	30	Tage.
2 *Marchesvan*		29	—	8 *Ijar*	—	29	—
3 *Cisleu*	—	30	—	9 *Sivan*	—	30	—
4 *Tebeth*	—	29	—	10 *Tamuz*	—	29	—
5 *Sheat*	—	30	—	11 *Ab*	—	30	—
6 *Adar*	—	29	—	12 *Elul*	—	29	—
*) 6 *Veadar*	—	29	—				

Das bürgerliche Jahr der Juden fängt mit dem Monat Tisri, und das Kirchenjahr mit dem Monat Nisan an.

§. 928. Die Jahre der Türken oder Muhamedaner sind bloße Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren. In dieser Periode sind das 2te, 5te, 7te, 10te, 13te, 16te, 18te, 21ste, 24ste, 26ste und 29ste Schaltjahre von 355, und die übrigen Gemeinjahre von 354 Tagen. Ihre 12 Monate haben wechselsweise 30 oder 29 Tage, und heißen: Muharram 30; Saphar 29; Rabia I 30; Rabia II 29; Jomada I 30; Jomada II 29; Rajab 30; Shaaban 29; Ramadan 30; Shwall 29; Dulkaadah 30; Dulheggia 29 Tage. Im Schaltjahre hat der letztere Monat 30 Tage.

§. 929. Bey uns wird die Länge des Jahrs im bürgerlichen Leben blos nach dem Sonnenlaufe bestimmt, und dreymal nach einander zu 365 Tagen; das viertemal

*) *Veadar* ist der Schaltmonat. In überzähligen Gemein- und Schaltjahren hat *Marchesvan* einen Tag mehr, und in abgekürzten, *Cisleu*, einen Tag weniger. In Schaltjahren hat Adar 30 Tage.

mal hingegen zu 366 Tagen gerechnet, um den sich, wegen der überschüssigen 6 Stunden (eigentlich nur 5 Stunden 49 Minuten) nach vier Jahren anhäufenden Fehler von fast einem ganzen Tage, wieder zu ersetzen. Es fängt seit Julius Cäsars Zeiten mit dem ersten Januar an, weil damals die Sonne sehr nahe bey diesem Tage in das Zeichen des Steinbocks trat, oder der Anfang des Winters einfiel. Im bürgerlichen Leben nimmt das Jahr den 31. December um 12 Uhr Nachts seinen Anfang; bey den Astronomen aber erst am ersten Januar im Augenblick des wahren Mittags *). Die Namen der zwölf Monate und die Anzahl ihrer Tage sind: Januar oder Jenner, 31 Tage; Februar oder Hornung 28, (im Schaltjahr 29); März, 31; April, 30; May, 31; Junius oder Brachmonat, 30; Julius oder Heumonat, 31; August, 31; September oder Herbstmonat, 30; October oder Weinmonat, 31; November oder Wintermonat, 30; December oder Christmonat, 31 Tage. Die 6 erstern Monate enthalten also in gemeinen Jahren 181, in Schaltjahren 182; die 6 letztern aber 184 Tage **).

---

*) Das gegenwärtige Neunzehnte Jahrhundert begann daher nach bürgerlicher Rechnung den 31. December 1800 des Nachts gleich nach 12 Uhr, und nach astronomischer laufender Zeit, den 1. Januar 1801 des Mittags um 12 Uhr wahrer Zeit. Seit dem Anfange einer gewissen Zeitepoche sind: complette Jahre 0. 1. 2. 3. 4. ꝛc.
Laufende aber 1. 2. 3. 4. 5. ꝛc.

**) Hätte man in einem Schaltjahre den Monaten wechselsweise 31 und 30 Tage (Januar 31) gegeben, so würden

§. 930. Unterdessen haben nicht alle Völker die Wintersonnenwende als den Anfangstermin des Jahrs angenommen. Die alten Aegyptier fingen ihr Jahr mit dem heliacischen Aufgang (§. 164.) des Sirius an. Die alten Römer begonnen unter Romulus Regierung ihr Jahr mit dem Monat März; nachher sind mancherley Veränderungen dabey vorgenommen. Einige alte Griechische Völkerschaften fingen ihr Jahr im September mit dem Monat Gorpiäus, andere im October mit dem Monat Hyperberetäus, an. Seit 1564 ist in Frankreich der 1ste Januar der erste Tag im Jahr, da es sonst, wie bey der Römischen Kirche, der Ostersonntag war *). An einigen Orten Italiens macht man noch anjetzt das Frühlingsäquinoctium zum Anfange des Jahres, und in England fing sich das Jahr bis Ao. 1752, am 25. März, oder am Feste der Verkündigung Mariä, an ꝛc. Die Juden fangen ihr Kirchenjahr mit dem Neumond an, dessen Vollmond zunächst auf das Frühlingsäquinoctium; ihr bürgerliches Jahr aber von dem Neumond, dessen Vollmond auf das Herbstäquinoctium folgt. Die Türken beginnen ihr Mondenjahr nach Verfluß eines zwölfmaligen syno-

---

366 Tage herauskommen; in gemeinen Jahre erhielte dann der Februar 29 Tage, und die Vertheilung wäre regelmäßiger ausgefallen.

*) Während der letztern unglücklichen Revolution wurde in Frankreich der Anfang des Jahres, mit dem astronomisch berechneten Eintritt der Sonne im Wagepunct, festgesetzt, und hiernach dort ein ganz neuer Calender eingeführt, der aber im Jahr 1807 schon wieder abgeschafft zu werden verdiente.

dischen Mondumlaufs mit dem Mond Muharram; ihr Neujahrstag, ihre Fest- und Fasttage wandern daher durch alle Monate des Sonnenjahres.

Von der Einrichtung der Zeitrechnung und Verbesserung des Calenders, durch Julius Cäsar.

§. 931.

Bey den alten Römern hatte das Jahr, nach Romulus Verordnung, nur 304 Tage oder 10 Monate. Der März war der erste, und der December der letzte Monat des Jahrs, welches noch aus den Namen der vier Monate September, October, November und December, erhellet. Numa Pompilius setzte, 713 Jahre vor der Christlichen Zeitrechnung, den Römischen Jahren noch 50 oder 51 Tage zu, kürzte die Monate von 30 Tagen ab, und führte noch zwey Monate, nemlich den Januar zu 29 Tage, als den ersten, und den Februar von 28 Tagen, als den letzten Monat des Jahrs, ein; woraus ein Mondenjahr von 355 Tagen entstand. Im Jahr 450 vor Christi Geburt, ließ man, aus politischen Ursachen, den Februar gleich auf den Januar folgen. Dieses Mondenjahr wich aber vom Sonnenjahr 10¼ Tage ab; und daher trat die Sonne nach dreyen Sonnenjahren einen ganzen Monat früher in ein und dasselbe Zeichen des Thierkreises, und in 36 Jahren waren die Jahreszeiten, ihre Witterungen und die darin vorzunehmenden ökonomischen Beschäftigungen in allen Monaten eingefallen. Diese Abweichung, und daß das Mondenjahr um einen Tag zu groß ge-

rechnet wurde, machte bey den Römern eine oftmalige Einschaltung verschiedener Tage nothwendig, wodurch die Calenderrechnung, die damals den Priestern und Magistratspersonen überlasseu ward, sehr verwickelt, und da diese in der Folge die gehörigen Einschaltungen aus Unwissenheit vernachläßigten, oder willkührliche vornahmen, zugleich unrichtig ausfiel. Zu Julius Cäsars Zeiten, etwa 50 Jahre vor Christi Geburt, wichen die Angaben des Calenders schon um 79 Tage von dem Stand der Sonne ab, mit welchen sie ehemals zutrafen, und dieser Kaiser war daher auf eine schickliche Verbesserung des Calenders bedacht. Vornemlich ging seine Absicht dahin, die bürgerlichen Jahre mit den astronomischen so zu vereinigen, daß eine jede Jahreszeit oder der Eintritt der Sonne in ein neues Zeichen beständig auf einen gewissen Monatstag einfallen, oder doch in der Folge der Zeit sich nicht merklich davon entfernen möchte.

§. 932. Er zog dabey insbesondere einen Aegyptischen Mathematiker Sosigenes zu Rathe, welcher, als das sicherste Mittel, zu einer richtigen Jahrrechnung zu gelangen, vorschlug, den Mond dabey gänzlich aus der Acht zu lassen, und sich blos nach dem Lauf der Sonne zu richten. Da aber die Sonne in 365 Tagen 6 Stunden den Thierkreis durchlaufe, so müßte man, um wegen dieses Ueberschusses von 6 Stunden Rechnung zu tragen, dem bürgerlichen Jahr so oft einen Tag mehr geben, als diese zu einem ganzen Tag anwachsen. Weil dies nun nach 4 Jahren geschieht, so wurde festgesetzt, drey Jahre nach einander zu 365 Tage,

und das vierte zu 366 zu rechnen. Den Anfang des Jahrs ließ man sehr schicklich (§. 929.) mit dem Anfang des Januarmonats übereinkommen. Im Jahr 45 vor Christi Geburt, zufolge der Rechnung der Chronologen, wurde diese Reform des alten Römischen Calenders unternommen, und das Jahr 44 vor Christi Geburt, oder 4669ste der Julianischen Periode (davon nachher), wurde das erste der regulirten Julianischen Zeitrechnung. Die Anzahl der Tage eines jeden Monats wurde also festgesetzt, daß der April, Junius, September und November, 30; die übrigen aber, bis auf einen, 31 Tage haben sollten; denn der Februar bekam im gemeinen Jahr nur 28 Tage. Die Monate Julius und Augustus erhielten ihre Namen erst nach Julius Cäsars Tode; denn jener hieß vorher Quintilis und dieser Sextilis.

§. 933. Die Tage der Monate theilten die alten Römer, noch auf Anordnung des Romulus, auf eine sehr sonderbare Art, in Calendas, Nonas und Idus ein. Der erste Tag in jedem Monat wurde Calendae genannt, die folgenden 6 Tage im März, May, Julius und October hießen Nonae; die übrigen Monate hatten nur vier Nonas; auf diese folgten in jedem Monat 8 Idus; die folgenden Tage hießen Calendae des folgenden Monats, und wurden, so wie die vorigen, rückwärts gezählt. Der alle 4 Jahr überschüssige Tag wurde nach dem 23. Februar oder VII Calendas Martias, nach der Römer Art die Tage zu zählen, eingeschaltet, worauf sonst in gemeinen Jahren VI Calendas Martias folgte, welchen Tag man im Schaltjahre auf

den 25. Februar verlegte. Der Schalttag, als der 24ste Februar, behielt unterdessen von diesem Tage seine Benennung, und wurde deswegen bis Sexto Calendas genannt. Daher heißen die Schaltjahre: Bissextiles, und der Februarmonat erhielt in denselben 29 Tage. In der christlichen Zeitrechnung trifft sowohl vor als nach Christi Geburt, ein Schaltjahr ein, wenn sich die Jahreszahl ohne Bruch durch 4 theilen läßt. Diese Regel entsteht daher, weil das durch 4 theilbare 44ste Jahr vor Christi Geburt das erste Jahr der Julianischen Zeitrechnung war.

§. 934. Ob nun gleich der Calender durch Julius Cäsars rühmliche Veranstaltung, vor den Jahrrechnungen der alten Römer und Aegyptier einen grossen Vorzug hatte, so kam er dennoch nicht genau mit dem Himmel überein, weil dabey drey Jahre nacheinander 365 und das vierte 366 Tage, also vier Jahre $3 \cdot 365 + 366 = 1461$ volle Tage hatten, folglich jedes im Mittel zu $\frac{1461}{4}$ oder durchaus zu 365 Tagen und 6 Stunden gerechnet wurde, da doch der genaue tropische Umlauf der Sonne nur 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden beträgt *) (§. 412). Diese

*) Bey den chronologischen Rechnungen muß der tropische Umlauf der Sonne, oder ihre Rückkehr zu dem nemlichen Punct ihrer Bahn, als die Länge eines Jahres, zum Grunde gelegt werden, weil hiebey der Stand der Sonne gegen die Fixsterne in keine Betrachtung kömmt. Hiernach hat ein bürgerliches gemeines Jahr 365 Tage, 8760 Stunden, 525600 Minuten, 31536000 Secunden; ein bürgerliches Schaltjahr 366 Tage, 8784 St., 527040 Min., 31622400 Sec.

zuviel gerechneten 11 Minuten 12 Secunden in einem jeden Jahre mußten sich nach 128 Jahren zu einem ganzen Tage anhäufen und in der Folge Unrichtigkeiten in der Zeitrechnung veranlassen, welche noch dadurch vermehrt wurden, daß man willkührliche Veränderungen dabey vornahm, und die vom Julius Cäsar vorgeschriebene Einschaltungen der Jahre nicht genau befolgte. Hierdurch wurde im 16ten Jahrhundert eine abermalige Calenderverbesserung veranlaßt.

Von der Calenderverbesserung durch Gregorius XIII.

§. 935.

Die vorhin angezeigten, zu viel gerechneten 11 Minuten 12 Secunden in der Jahreslänge des Julianischen Calenders, und jene willkührlichen Veränderungen, verursachten im Jahr 1582, also nach 44 + 1582 = 1626 Jahren seit der Einführung desselben, unter der Regierung des Pabstes Gregorii XIII. schon einen Fehler von 10 Tagen *), so, daß das Frühlingsäquinoctium um 10 Tage früher, und am 11. März einfiel. Dieser Pabst fand es daher nöthig, eine Verbesserung der alten Julianischen Jahrrechnung vorzunehmen, welches längst der Wunsch der Astronomen war. Er machte sein Vorhaben Ao. 1577 allen christlichen Mächten bekannt, um diese dem gemeinen Wesen wichtige Sache

*) Dividirt man aber 1626 durch 128, so kommen fast 13 Tage, zum Beweise, daß man indeß von des Cäsars Vorschrift abgewichen und unrichtig eingeschaltet hatte.

mit den geschicktesten Sternkundigen in Ueberlegung zu ziehen. Es wurden endlich hiedurch die Verbesserungen des Calenders zu Rom zu Stande gebracht, und dabey im voraus die Bedingungen festgesetzt, daß nach dem Schluß der alten Nicäischen Ao. 325 gehaltenen Kirchenversammlung 1) das Frühlingsäquinoctium beständig auf den 21sten März fallen, und 2) Ostern am Sonntage nach dem Vollmond, der zunächst dem Frühlingsäquinoctio folgt, gefeyert werden sollte.

§. 936. Diesemnach verordnete der Pabst im Jahr 1581 bey der neuen Einrichtung des Calenders folgende Puncte zu beobachten, die zugleich der Meinung jener Kirchenversammlung ein völliges Genüge leisten würden: 1) daß nach dem 4ten Oct. des folgenden 1582sten Jahres aus dem Calender 10 Tage herausgenommen, und also vom 4ten sogleich auf den 15ten gerechnet werden sollte, wodurch dies Jahr nur 355 Tage erhielt *). Damit auch das Frühlingsäquinoctium sich mit der Zeit nicht wieder vom 21sten März entfernen könne, so sollten die von 4 zu 4 Jahren einfallenden Schaltjahre, bey drey nach einander folgenden Secularjahren (oder Schlußjahren der Jahrhunderte) wegfallen, und nur das vierte Jahrhundert mit einem Schaltjahre schließen, demnach das Jahr 1600 ein Schaltjahr; 1700, 1800 und 1900 gemeine Jahre und

*) Demnach sind nach dieser Zeitrechnung die Tage vom 5ten bis 14ten October 1582 nie gezählt worden. Der 4te Oct. war ein Donnerstag; der 15te also, der ein Montag gewesen wäre, wurde zum Freytage.

2000 wieder ein Schaltjahr seyn rc. Hiedurch wurde der bey der Julianischen Rechnung, die das Jahr durchaus auf 365 Tage 6 Stunden setzt, sich nach 400 Jahren anhäufende Fehler von drey überschüßigen Tagen, bis auf eine Kleinigkeit abgeholfen, denn es bleibt alsdann nur noch eine Abweichung von etwa 3 Stunden vom wahren Sonnenjahr übrig, die erst nach 3200 Jahren wieder zu einem ganzen Tage sich anhäufen werden *).

§. 937. Dieser neue gregorianische Calender wurde hierauf in allen katholischen Staaten eingeführt **), dahingegen blieb man in den protestantischen Ländern von Europa noch über ein ganzes Jahrhundert, theils aus Beysorge, dem Pabst zu viel nachzugeben, und dann unter dem Vorwande, daß auch die neue Calenderrechnung noch nicht völlig richtig sey, beym alten Julianischen Calender, und zählte folglich im 16ten Jahrhundert 10 Tage weniger als die Katholiken. Dieser Unterschied ging 1700 auf 11 Tage, und 1800 auf 12

---

*) Denn die jährlich zu viel gerechneten 11′ 12″ geben nach 400 Jahren einen Ueberschuß von 74,7 Stunden = 3 Tage und beynahe 3 Stunden.

**) In Spanien, Portugal und Italien geschah die Einführung des neuen Calenders auf einen Tag, nemlich den 15ten Oct. 1582; allein in Frankreich geschahe sie erst auf Befehl Heinrichs III. im folgenden December, da man anstatt des 10ten sogleich den 20sten schrieb. Nachdem der oben erwehnte Revolutions-Calender neulich in Frankreich abgeschafft worden, befolgt man dort wieder diese Gregorianische Zeitrechnung. Die katholische Schweiz nahm erst im Jahr 1583 und 1584 und Polen im Jahr 1586 den neuen Gregorianischen Calender an.

Tage, weil diese Jahre nach der Julianischen Anordnung Schaltjahre; hingegen nach der Gregorianischen Rechnung, wie oben bemerkt worden, gemeine Jahre waren. Hiernach wird man im Jahr 1900 im Gregorianischen Calender 13; im Jahr 2000 aber, weil dies Jahr ein in beyden Calendern gemeinschaftliches Schaltjahr ist, gleichfalls 13 Tage früher als im Julianischen das Jahr anfangen.

Von der Einführung des verbesserten Calenders.

§. 938.

Die Unordnungen und Mißhelligkeiten, welche in den protestantischen und katholischen Ländern die so eben angeführte verschiedene Art, die Tage zu zählen, beym Handel und im gemeinen Leben nicht selten veranlaßte, bewog endlich die protestantischen Stände in Deutschland, Holland, Dännemark und in der Schweiz im letzten Jahre des siebzehnten Jahrhunderts gleichfalls den neuen Gregorianischen Calender anzunehmen, wozu besonders Leibniz und Weigel behülflich waren. Es wurden demnach im Jahr 1700 aus ihrem bisherigen alten Julianischen Calender 11 Tage herausgelassen, und vom 18ten Februar sogleich auf den 1sten März fortgezählt, so daß auch dieses Jahr nur 354 Tage lang war *). Wegen gewisser Abweichungen von den

*) Da das 1700ste Jahr nach Julian. Rechnung ein Schaltjahr war, so hatte der Monat Februar 29 Tage, und es wurden aus demselben die Tage 19 bis 29 weggelassen. Der 18te Febr. war ein Sonntag. Der 1ste März, der ein Freytag gewesen wäre, wurde also ein Montag.

im Gregorianischen Calender üblichen Hülfsmitteln, zur Berechnung der Feste, wurde dieser protestantische Calender der *verbesserte* genannt, ob man gleich sonst in demselben die Einrichtung der Schaltjahre wie in jenem beybehielte. Erst im Jahr 1752 haben die Engländer den neuen und verbesserten Calender angenommen, und in diesem Jahre nach dem 2osten August sogleich den 1sten September gezählt. Im folgenden 1753sten Jahre wurde er auch in Schweden eingeführt, man rechnete daselbst nach dem 17ten Februar sogleich den 1sten März. Bloß in Rußland ist anjetzt der alte Julianische Calender noch im Gebrauch, so daß die Russen im gegenwärtigen neunzehnten Jahrhundert 12 Tage weniger als wir zählen. Wiewol sie bey der Handlung bereits anfangen, nach dem neuen Calender zu rechnen, oder doch wenigstens z. B. $\frac{8}{20}$ Januar, das heißt: den 8ten Januar nach dem alten, oder den 2osten nach dem neuen Calender (Styl) schreiben.

Von den chronologischen Circuln.

§. 939.

Um eine Jahrzahl von der andern desto leichter unterscheiden zu können, hat man besonders folgende drey Circul (Cycli) von ungleichen Abtheilungen eingeführt, wovon aber nur die beyden erstern einen astronomischen Grund haben.

1) *Der Sonnencircul, mit welchem die Sonntagsbuchstaben in Verbindung stehen.*

Der Sonnencircul ist eine Periode von 28 Jahren, nach deren Verfluß die Sonn- und alle Wochentage wieder an gleichen Monatstagen, und in eben der Ordnung einfallen *). So wie wir anjetzt gewohnt sind, die Jahre dieses Circuls zu rechnen, fällt unter andern ein Anfang desselben 9 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung ein. Um demnach die Zahl des Sonnencirculs im julianischen oder gregorianischen Calender zu finden, werden zu dem gegebenen Jahre 9 addirt, und die Summe durch 28 dividirt, so zeigt der Quotient an, wie oft seit jenem Anfange dieser Periode der Circul herumgekommen, und der Ueberrest giebt die gesuchte Zahl des gegenwärtigen Umlaufs, wenn nichts übrig bleibt, so ist 28 der Sonnencircul z. B. für das Jahr 1807.

$$\begin{array}{r} 1807 \\ +\ 9 \\ \hline 28)\ 1816 \\ \hline \end{array}$$

64 . . Rest 24 für den Sonnencircul. Im folgenden 1808ten Jahre wird derselbe 25; 1809, 26; u. s. f. seyn.

§. 940. Dieser Sonnencircul würde in 7 Jahren herumkommen, oder es würden allemal nach Verlauf von 7 Jahren die Monatstage wieder an gleichen Wochentagen eintreffen, wenn keine Schaltjahre wären, indem sich 7 . 365 durch 7 Wochentage gerade dividi-

*) Dieser Cyklus könnte daher mit mehrerm Rechte der Sonntagscyklus heißen.

ren läßt, wegen der vom Schaltjahr alle 4 Jahre entstehenden Unterbrechung desselben aber werden 4.7 = 28 Jahre dazu erfordert. Es ist auch begreiflich, daß der Sonnencircul nur in dem julianischen Calender beständig in einem fortgeht, da er hingegen im gregorianischen, theils wegen der im Jahre 1582 aus demselben herausgelassenen 10 Tage, und dann auch wegen der aufgehobenen Schaltjahre für 1700, 1800 und 1900 unterbrochen wird.

§. 941. Man benennt durch alle Tage des Jahres die sieben Wochentage mit den ersten sieben Buchstaben des Alphabets von A bis G, so daß der 1ste Januar allemal A heißt; der Buchstab, welcher alsdann auf den ersten, und folglich, wenn man diese Bezeichnung beybehält, auf alle übrige Sonntage des Jahrs fällt, heißt der Sonntagsbuchstab. Gesetzt nun, das erste Jahr nach einem Schaltjahr, also ein gemeines Jahr, fängt mit einem Sonntag oder dem ersten Wochentag an, so ist A der Sonntagsbuchstab desselben Jahres, dies Jahr hat 52 Wochen und 1 Tag, und folglich wird der letzte Tag in diesem Jahr abermals ein Sonntag seyn und den Buchstab A führen, der darauf folgende Montag ist der erste Tag des nächsten Jahrs, und wenn man demselben den Buchstab A giebt, so kommt G auf den ersten und alle folgende Sonntage, und giebt den Sonntagsbuchstab für das zweyte Jahr an. Hiernach läßt sich schließen, daß im dritten Jahr F der Sonntagsbuchstab seyn werde, und daß daher die Ordnung der Buchstaben rückwärts von einem Jahr zum andern gehe. Das vierte Jahr ist

nun ein Schaltjahr, worin der Februar 29 Tage hat; daher wird der Sonntagsbuchstab E desselben nur bis zum Schalttage, oder den 24sten Februar, diesen mit eingerechnet, dienen können, da dieser Schalttag, der eingeführten Gewohnheit gemäß, mit dem vorhergehenden 23sten Februar einen gleichen Buchstab erhält, auf den zunächst folgenden Sonntag wird also D fallen, und der Sonntagsbuchstab für die übrigen 10 Monate des Schaltjahrs seyn, daher kommen in einem Schaltjahre zwey Sonntagsbuchstaben vor, der erste gilt bis zum 24sten Februar, der andere von da bis zu Ende des Jahres.

§. 942. Um in diesem neunzehnten Jahrhundert den Sonntagsbuchstab des gregorianischen Calenders zu finden, dividirt man die seit 1800 verflossene und um ihren vierten Theil vermehrte Anzahl Jahre durch 7, (der Bruch wird nicht gerechnet) und zieht den Ueberrest, nachdem es angeht, von 5 oder 12 ab *), so ergiebt sich die Zahl des Sonntagsbuchstabens, wenn A = 1; B = 2; C = 3; D = 4 u. s. w. gesetzt wird.

Z. B. für 18|07
+ | 1 ($\frac{3}{4}$
8
7) 1 .. Rest 1
5
4 = D der gesuchte Sonntagsbuchstab.

*) Im vorigen Jahrhundert wurden die Zahlen 3 und 10 genommen. Der Grund davon ist, weil 5 Buchstaben auf 4 Jahre fallen, das gemeine Jahr 1700 den Sonntagsbuchstaben C (3) und das gemeine Jahr 1800 E (5) hatte.

§. 943. Folgende Tafel zeigt, wenn die Zahl des Sonnencirculs bekannt ist, die Sonntagsbuchstaben sowol des julianischen als gregorianischen Calenders, für erstern auf beständig; für letztern aber in Col. α nur von 1700 bis 1800, und in Col. β von 1800 bis 1900.

☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β	☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β	☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β
1	G F	D C	E D	10	B	F	G	19	E	B	C
2	E	B	C	11	A	E	F	20	D	A	B
3	D	A	B	12	G	D	E	21	C B	G F	A G
4	C	G	A	13	F E	C B	D C	22	A	E	F
5	B A	F E	G F	14	D	A	B	23	G	D	E
6	G	D	E	15	C	G	A	24	F	C	D
7	F	C	D	16	B	F	G	25	E D	B A	C B
8	E	B	C	17	A G	E D	F E	26	C	G	A
9	D C	A G	B A	18	F	C	D	27	B	F	G
								28	A	E	F

§. 944. Wenn der Sonntagsbuchstab bekannt ist, so läßt sich nach folgender Tafel sehr bequem finden, auf welchen Wochentag der Neujahrstag, so wie ein jeder gegebener Monatstag einfällt.

July V. April II.	Sept. VII. Decemb. X.	Juny IV.	Februar XII. März I. Novemb. IX.	August VI.	May III.	Januar XI. October VIII.
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
G	F	E	D	C	B	A
Sonntag.	Montag.	Dienstag.	Mittwoch.	Donnerst.	Freytag.	Sonnab.
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Z. B. im Jahr 1807 ist der Sonntagsbuchstab, wie vorher gefunden worden, D; man verlangt nun hiernach zu wissen, was der 1ste Januar und der 22ste August in diesem Jahr für Wochentage waren. Der Buchstab D zeigt in der Tafel an, daß alle in derselben vorkommende Monatstage Mittwoche sind, der sich in der Tafel befindende 7te Januar ist also gleichfalls ein Mittwoch, folglich war 6 Tage vorher oder der erste ein Donnerstag *). Ferner ist auch der in der Tafel vorkommende 19te August ein Mittwoch,

*) Man darf auch nur die Zahl des Sonntagsbuchstabs und die Wochentage rückwärts rechnen, bis man auf 1 oder A kömmt; demnach D C B A
4 3 2 1
☉ ♄ ♀ ♃

woch, und daher wird der verlangte 22ste ein Sonnabend seyn *).

2) Der Mondescircul, aus welchem die güldene Zahl entspringt.

§. 945. Der Mondescircul ist ein Zeitraum von 19 Julian. Sonnenjahren, jedes zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet, also von $19 . 365\frac{1}{4} = 6939$ Tagen 18 Stunden, in welchen, bis auf etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, 235 Neumonde einfallen (§. 476.) nach deren Verlauf die Neumonde an gleichen Tagen des Jahres wiederkehren. Das erste Jahr des Mondencirculs ist dasjenige, in welchem der Neumond am ersten Januar einfällt, welches wenigstens im Gregorianischen Calender zutrifft. Von diesen 235 Neumonden gehen 12 auf ein jedes Jahr, welches $19 . 12 = 228$ Mondenmonate, wechselsweise zu 29 und 30 Tagen gerechnet, austragen, dann bleiben noch 7 Schaltmonate übrig, davon 6 . . 30 und der letzte am Ende des Circuls gesetzte 29 Tage erhält. Dieser Mondescircul wurde 430 Jahre vor Chr. Geb. von Meton erfunden, und man hielt diese Entdeckung in Griechenland für so wichtig, daß die Rechnung desselben mit goldenen Ziffern eingegraben wurde, daher

*) Diese sehr nützliche Tafel trifft man zuweilen auf Medaillen, Sonnenuhren und Boussolen an. Gemeiniglich sind aber so wenig die Monate, als Sonntagsbuchstaben darauf verzeichnet, sondern nur ihre Zahlen bemerkt, wobey als bekannt vorausgesetzt wird, daß März der 1ste, April der 2te, May der 3te u. s. w. Monat in der Ordnung sey, imgleichen, daß die Sonntagsbuchstaben rückwärts, die Wochentage aber vorwärts gezählt werden.

die Zahl, welche das Jahr vom Anfang dieser Periode oder des Mondencirculs zeigt, noch jetzt die güldne Zahl genannt wird.

§. 946. Um sie zu finden, wird zu der vorgegebenen Jahrzahl 1 addirt, (weil nach des Dionisii Rechnung die güldene Zahl im Jahr 1 der christlichen Zeitrechnung 2 gewesen,) und die Summe durch 19 dividirt. Der Quotient zeigt die Anzahl der Umläufe dieses Circuls, und dessen Ueberrest die Zahl des Mondencirculs im gegenwärtigen Umlauf an. Z. B. für

$$\begin{array}{r} 1807 \\ +\ 1 \\ \hline 1808 \end{array}$$

$$19)\overline{1808}$$

95 . . rest. 3

als die gesuchte güldene Zahl, oder das 1807te Jahr ist das 3te des Mondencirculs sowol im Julian. als Gregorian. Calender. Wenn nach der Division nichts übrig bleibt, so ist 19 selbst die güldene Zahl, und das vorgegebene Jahr das letzte des Mondencirculs *). Die güldnen Zahlen sind zur Zeit der nicäischen Kirchenversammlung in den Calendern aufgezeichnet worden; da aber die Neumonde, wegen obiger Abweichung des Mondencirculs vom Himmel, in 312 Jahren um einen Tag früher eintreffen, (§. 476.) so geben die

---

*) Die Zusammensetzung des Mond- und Sonnencirculs giebt die so genannte Dionisische Periode, von 532 Jahren = 19 . 28, nach deren Verfluß die Neumonde wieder auf denselben Monats und Wochentag einfallen.

güldnen Zahlen anjetzt nach verflossenen 1482 Jahren die Neumonde des Julianischen Calenders um 4 bis 5 Tage zu spät an.

3. Der Circul der Indictionen oder die Römerzinszahl.

§. 947. Die Indictionen waren bey den Römern, unter Constantins des Großen und der folgenden Kaiser Regierung, gerichtliche Vorladungen zur Abtragung gewisser Steuern, welche, ohne daß man die Ursache davon weiß, in der Zeitrechnung einen Circul von 15 Jahren veranlaßten. Man bedient sich desselben seit dem Anfang des Jahres 313, und wenn diese Periode zurück geführt wird, so findet sichs, daß unter andern Anfängen derselben, einer 3 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung vorfiel. Daher entsteht folgende Regel, um die Römer Zinszahl für ein gegebenes Jahr zu finden. Man addire zu dem gegebenen Jahre 3, und dividire die Summe durch 15, so zeigt sichs im Quotienten, wie oft dieser Circul seit der Zeit herumgekommen ist, und der Ueberrest giebt die Zahl des gegenwärtig laufenden. Z. B. für 1807

$$\begin{array}{r} 1807 \\ +\ 3 \\ \hline 1810 \\ 15)\overline{\quad\quad\quad} \\ 120 \text{ rest } 10 \end{array}$$

ist der Römer Zinszahl. Wenn nichts übrig bleibt, so ist 15 selbst ihre Zahl.

Von den alten Perioden oder merkwürdigsten Zeitrechnungen (Aeren).

§. 948.

Die Julianische Periode ist das Product von den Zahlen der drey vorher angezeigten Circuln in einander, nemlich des Sonnencirculs, der güldenen Zahl und der Römerzinszahl also: 28 . 19 . 15, welches 7980 Jahre giebt, nach welchem langen Zeitraum die Zahlen dieser drey Circul erst in gleicher Ordnung wiederkehren. Da nun unsere älteste Zeitrechnung noch nicht über 6000 Jahre zurück geht, so lassen sich alle bisherigen Jahre durch diese 3 Circul von einander unterscheiden, weil nicht 2 derselben die nemlichen Zahlen nach allen dreyen führen.

§. 949. Scaliger hat diese Julianische Periode zuerst als einen allgemeinen Maaßstab in der Chronologie eingeführt, worauf sich alle übrigen Epochen oder Jahrzahl-Anfänge leicht reduciren lassen. Die Julianische Periode fängt 4713 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, und also lange vor aller Geschichtskunde der Erde und des jetzigen Menschengeschlechts an, als in welchem Jahr sowol der Sonnencircul als die Römer Zinszahl und güldene Zahl 1 war. Daher giebt die Summe einer gegebenen laufenden Jahrzahl und 4713 das Jahr der Julianischen Periode z. B. für 1807

1807 Jahr
+ 4713

giebt das 6520ste Jahr der Julianischen Periode für

1807 *). Einige Chronologen haben die Epochen der himmlischen Bewegungen und der Zeitrechnung bis auf diesen Anfang der Julianischen Periode zurückgeführt.

§. 950. Wenn in einem Jahre der christlichen Zeitrechnung der Sonnencircul, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl bekannt ist, so läßt sich daraus, nach folgenden Regeln, das Jahr der Julianischen Periode finden. Man nehme die Summe der Producte von 3780 durch die güldene Zahl, und 1064 durch der Römer Zinszahl; von dem Product 4845 durch den Sonnencircul, (vermehrt wenn es nöthig ist um 7980). Der Unterschied wird durch 7980 dividirt (wenn es angeht), und der Ueberrest zeigt die Zahl der Julianischen Periode. Z. B. für 1807 ist wie vorhin gefunden worden, der Sonnencircul 24, die güldene Zahl 3, und der Römer Zinszahl 10. Demnach:

$$
\begin{array}{rr}
3780 \cdot 3 = & 11340 \\
1064 \cdot 10 = & 10640 \\
\hline
& 21980 \\
4845 \cdot 24 = & 116280 \\
\hline
7980) & 94300 \\
\hline
& 11 \ldots \text{Rest } 6520
\end{array}
$$

welches die Zahl der Julian. Periode im Jahr 1807 nach Chr. Geb. ist.

---

*) In diesen 6520 Jahren ist demnach noch kein Jahr gewesen, in welchem der Sonnencircul, die güldene Zahl und Römer Zinszahl 1 war, sondern dies wird erst nach 1460 Jahren und also im Jahre 3267 geschehen.

§. 951. Sucht man im Gegentheil für ein gegebenes Jahr der Julianischen Periode den Sonnencircul, die güldne Zahl und der Römer Zinszahl, so dividire man das gegebene Jahr durch 28, 19 und 15, so wird im ersten Fall der Sonnencircul, im zweyten die güldene Zahl und im dritten der Römer Zinszahl übrig bleiben. Z. B. für das Jahr 1807, welches das 6520ste der Jul. Periode ist 6520

28)———— rest 24 Sonnencircul. 19)———— rest 3 güldne Zahl.

6520
15)————
rest. 10 Römer Zinszahl.

§. 952. Die merkwürdigste Zeitepoche ist die von der Schöpfung, wiewol sich hiebey nur die Zeit als der Anfangstermin festsetzen läßt, bis zu welcher die älteste Geschichte der Erde, worauf uns die Bibel führt, hinansteigt. In deren Bestimmung finden sich aber bey den Geschichtschreibern sehr viele Widersprüche. Sie wird unter andern von Petavius in das 730ste Jahr der Julianischen Periode, 3984 Jahre vor Chr. Geburt, oder eigentlich nach der gemeinen Rechnung 3983 gesetzt, so, daß hiernach das 1807te Jahr das 5790ste Jahr der Welt wäre. Allein Scaliger bringt das 764ste Jahr der Julianischen Periode heraus, nach welcher Rechnung das 1807te Jahr mit dem 5756sten Jahr der Welt übereinstimmt, und hiemit kommt Calvisius überein. Die Griechen der neuern Zeiten zählen in unserm 1807ten Jahre schon 7315 Jahre von Erschaffung der Welt. Dieser Schöpfungs-Aere

bedienten sich auch ehedem die Russen, welche nun ihre Jahre gleichfalls von der Geb. Christi an rechnen.

§. 953. Die Juden rechnen ihre Jahre gleichfalls von der Schöpfung, zählen aber viel weniger. Nach ihrer Rechnung fällt der Welt Anfang in das 953ste Jahr der Julianischen Periode, und dessen 7ten October. Da nun dieser Periodus 4713 Jahr vor C. G. anfängt, so zählen die Juden im Jahr 1807 das 5567ste Jahr der Welt. Sie gebrauchen einen Cyklus von 19 Mondenjahren, welcher unter andern mit dem Neumond anfängt, der ein Jahr vor ihrer angenommenen Schöpfung der Welt eingetreten. Wenn man ihre Jahrzahl mit 19 dividirt, und es bleiben 0, 3, 6, 8, 11, 14, 17 übrig, so ist es ein Schaltjahr; restiren aber andere Zahlen, ein gemeines Jahr. Hiernach hat das 5567ste Jahr 19 oder 0 zum Mondcircul, denn $\frac{5567}{19} = 293$ rest 0, ist also ein Schaltjahr von 13 Monaten. Es fängt den 13. September 1806 an einem Sonnabend mit dem 1sten Tisri an, und den 9. April 1807 ist Ostern. Ob es aber ein abgekürztes, ordentliches oder überzähliges ist, kann erst bey Anwendung obiger Regeln (§. 926.) bekannt werden *).

§. 954. Ich setze aber lieber die Hauptangaben des jüdischen Calenders für die nächsten 10 Jahre her.

---

*) Jene Regeln geben, daß das 5567ste Jahr ein überzähliges Schaltjahr von 385 Tagen ist.

Anfang des jüdischen Jahres	Länge des Jahrs.	Neujahrstag den 1sten Tisri.	Ostern.	☾ Circul.
5569	354 Tage	22 Sept. ♃ 1808	1 April 1809	2
5570	383 —	11 Sept. ☾ 1809	19 April 1810	3
5571	355 —	29 Sept. ♄ 1810	9 April 1811	4
5572	354 —	19 Sept. ♃ 1811	28 März 1812	5
5573	383 —	7 Sept. ☾ 1812	15 April 1813	6
5574	355 —	25 Sept. ♄ 1813	5 April 1814	7
5575	385 —	15 Sept. ♃ 1814	25 April 1815	8
5576	354 —	5 Oct. ♃ 1815	13 April 1816	9
5577	353 —	23 Sept. ☾ 1816	1 April 1817	10
5578	385 —	11 Sept. ♃ 1817	21 April 1818	11

§. 955. Die Griechen zählten ihre Jahre von der Einführung der Olympischen Spiele. Diese Spiele oder ritterliche Uebungen wurden alle vier Jahre in Griechenland gefeyert, und daher hieß ein Zeitraum von vier Jahren eine Olympiade. Ihr Anfang wird in das 3938ste Jahr der Julianischen Periode, 776 Jahre vor Christi Geburt, gesetzt, als in welchem Iphitus, König zu Elis, diese Spiele in Griechenland erneuerte. Unser 1807tes Jahr ist daher das 2583ste der Olympiaden, und eigentlich, wenn man diese Zahl durch 4 dividirt, das dritte der 646sten Olympiade. Diese Jahre der Griechischen Zeitrechnung fangen sich allemal im Julius an.

§. 956. Die alten Römer setzten die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche fest. Diese wird von

Varron in das 3961ste Jahr der Julianischen Periode und dessen 21sten April, folglich 753 Jahr vor Christi Geburt gesetzt. Daher ist das 1807te Jahr der Christlichen Zeitrechnung das 2560ste nach Erbauung der Stadt Rom.

§. 957. Die Aere des Nabonassars nahm mit der Gründung des Babylonischen Reichs ihren Anfang. Diese Jahrrechnung ist freylich schon längstens abgeschafft; unterdessen, da sich Ptolemäus derselben bey seinen astronomischen Beobachtungen und Rechnungen bedient, so ist selbige noch den Astronomen wichtig. Es sind Aegyptische Jahre von 12 Monaten, jeden zu 30 Tagen, und am Ende noch 5 Ergänzungstagen, so daß 365 Tage herauskommen. Ihr Anfang, oder der 1ste Thoth fällt, nach der einstimmigen Meinung der Chronologen, auf den Mittag des 26sten Februars im 3967sten Jahre der Julianischen Periode oder im Jahre 747 vor Christi Geburt *). 1461 Nabonassarische oder Aegyptische Jahre geben 1460 Julianische.

§. 958. Das 2554ste Jahr der Nabonassarischen Aere nimmt im Jahr 1805 nach Christi Geburt seinen Anfang, folglich im Jahr 1807 das 2556ste. Um den

---

*) Daß diese Epoche richtig sey, beweist Ptolemäus Anzeige der ältesten von ihm beobachteten Mondfinsterniß, die im 27sten Nabonassarischen Jahr am 29sten des Monats Thoth des Abends sich ereignet hat. Dies Datum kömmt mit dem 19ten März 721 Jahr vor Christi Geburt überein, und die Rechnung aus unsern neuesten Tafeln giebt, daß wirklich an diesem Abend eine totale Mondfinsterniß war. (S. Ideler historische Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten, Seite 19.

Monatstag nach dem Julianischen Calender seit 1689 an zu finden, dividire man das Nabonassarische Jahr durch 4. Bleibt bey der Division der Rest 2 oder 3, so subtrahire man den Quotienten von 787. Bleibt aber kein Rest oder 1, so subtrahire man den Quotienten von 788. In beyden Fällen ergiebt sich der laufende Tag des Julianischen Jahres, bis zu welchem der 1ste Thoth zurückgewichen ist. Z. B. für 1807 . . Nabonassarische Jahr 2556

4) 639 rest 0; also 788 — 639 = 149.

Der 149ste Tag des Gemeinjahrs 1807 ist der 29ste May alten, oder am 10ten Juni neuen Calenders beginnt das 2556ste Nabonassarische Jahr. Es trifft in den Schaltjahren um einen Tag früher ein.

§. 959. Der Tod Alexanders des Großen erfolgte den 19ten Julius im 4390sten Jahre der Julianischen Periode, oder 323 Jahre vor Christi Geburt. Diese Aere, welche auch die Philippische heißt, dient den Astronomen zuweilen, um verschiedene astronomische Beobachtungen, welche Ptolemäus nach derselben angiebt, auf Nabonassarische oder Julianische Epochen reduciren zu können. Das Jahr 1807 ist hiernach das 2130ste nach Alexanders Tode.

§. 960. Die Aere der Türken und Araber wird nach Osmars III. Verordnung von der Flucht Mahomeds aus Mecca nach Medina, welche am 16ten Juli alten Calenders Ao. 622 oder im 5335sten Jahre der Julianischen Periode geschehen ist, angerechnet. Sie heißt Hegira (Hedsjera), und ihre Jahre sind ordentliche Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche

nach einem Circul von 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren; 1461 solcher Circul geben 42524 Julianische Jahre. Folgendermaßen findet man hiernach das Jahr der Hegira für 1807: Vom 16ten Juli 622 bis 16ten Juli 1807 sind verflossen 1185 Julianische Jahre, jedes durchaus zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet. Man setze: 42524 Julianische Jahre: 1461 Circul = 1185 Julianische Jahre: 40 Circul 21 Türkische Mondenjahre (zu 354 Tagen) und 139 Tage. Nun machen 40 Circul + 21 Jahren = 40 . 30 + 21 = 1221 Türkische Jahre. Demnach sind 1807 den 16ten Julius alten Calenders verflossen 1221 Türkische Jahre und noch überdem 139 Tage, folglich trifft 139 Tage vor dem 16ten Julius 1807, nemlich am 27sten Februar alten oder 11ten März Gregorianischen Calenders Ao. 1807, der Anfang des 1222sten Jahres der Hegira mit dem 1sten Muharram, ein.

§. 961. Die Perser rechneten ehedem ihre Jahre von der Regierung ihres letzten Königs Yezdegirde. Der Anfang dieser Epoche fällt in das 5345ste Jahr der Julianischen Periode, oder 632 Jahre nach Christi Geburt den 16ten Juli, und diese Jahrrechnung kömmt in allen Stücken mit der Nabonassarischen überein, außer daß es sich vom 16ten Juli anfängt, und die Monate andere Namen haben. Unter dem Sultan Gelal aber haben die Perser ihre Jahrform verändert, und die richtige Länge des Sonnenjahrs dabey zum Grunde gelegt. Sie haben dabey eine Periode von 648 Jahren angenommen, und selbige dergestalt in gemeine und Schaltjahre zu 365 oder 366 Tagen einge-

theilt, daß nach Verfluß derselben nur eine sehr geringe Abweichung vom Sonnenjahr statt findet.

§. 962. Das erste Jahr der Christlichen Zeitrechnung ist, der gemeinen Rechnung nach, das 4713te der Julianischen Periode; das 3983ste der Welt, und das 44ste nach Julius Cäsars Calenderverbesserung. Die Geburt Christi soll eigentlich am Ende des zweyten Jahres vor der Christlichen Zeitrechnung fallen, ja einige Geschichtsschreiber setzen selbige noch zwey Jahre weiter zurück. Josephus meldet nemlich in seinen jüdischen Alterthümern, daß kurz vor dem Tode des Königs Herodes des Großen, welcher ein oder zwey Jahre nach Christi Geburt starb, eine Mondfinsterniß vorgefallen sey. Nach den astronomischen Tafeln hat sich aber diese Finsterniß im vierten Jahr vor der gemeinen Rechnung in der Nacht vom 12 auf den 13ten März zugetragen. Die Ungewißheit in Ansehung des eigentlichen Geburtsjahres des Heilandes, ist auch vornemlich der Ursache zuzuschreiben, weil es erst 525 Jahre hernach, dem Römischen Abt Dionysius einfiel, dasselbe als einen Anfangstermin der Zeitrechnung in der abendländischen Christenheit einzuführen *).

---

*) Die in diesem §., so wie im 948sten, 951sten, 952sten, 953sten, 954sten, 956sten und 958sten §. vorkommende Aeren, führe ich jedesmal im astronomischen Jahrbuch auf.

Von den Epacten oder Mondzeigern.

§. 963.

Ein astronomisches Mondenjahr hat nur in vollen Tagen gerechnet, wie es die Chronologie erfordert, 354, ein bürgerliches Sonnenjahr aber 365 Tage. Der Unterschied beläuft sich jährlich auf 11 Tage. Nach zwey Jahren auf 22, nach drey auf 33, oder da die Summe über einen ganzen Monat = 30 Tage geht, auf 3; nach 4 Jahren auf 14; nach 5 auf 25; nach 6 auf 36 oder 6 u. s. f. Diese Unterschiede der Tage im Sonnen- und Mondenjahre heißen Epacten (Zugaben) des Mondes. Wenn solche wie hier nur in ganzen Tagen fortgehen, so werden sie kirchliche genannt, und dienen blos, in dem seit 1582 eingeführten gregorianischen oder katholischen Calender nach den Regeln der Kirche, die Tage der kirchlichen Neumonde, wornach die Feste gerechnet werden, zu bestimmen. Sie kommen daher nicht mit den astronomischen Epacten überein, denn da der genaue Unterschied des mittlern Sonnen- und Mondenjahres sich auf 365 Tage 5 St. 48′ 48″ — 354 Tage 8 St. 48′ 35″ = 10 Tage 21 St. 0′ 13″ (§. 476.) oder des gemeinen bürgerlichen Sonnenjahres von 365 Tagen 0 St. 0′ 00″ und des mittlern Mondenjahres auf 10 Tage 15 St. 11′ 25″ beläuft, so ist letzterer Unterschied eigentlich die mittlere astronomische Epacte.

§. 964. Die Calender- oder kirchlichen Epacten sollen gleichfalls wie die astronomischen das Alter

des Mondes oder die seit dem Neumond verflossenen Tage, am ersten Tage des Jahres anzeigen, treffen aber nicht allemal damit zu *). Ist also die Epacte für ein gewisses Jahr 0, so trifft daher der Neumond am ersten Januar ein. Beym Anfang des folgenden Jahres wird die Epacte oder das Alter des Mondes 11 seyn, weil sich das Mondenjahr 11 Tage früher als das Sonnenjahr endigt, und die Mondesviertel werden sich 11 Tage früher einstellen. Addirt man nun für jedes folgende Jahr 11 hinzu, und subtr. so oft es angeht, 30, so wird sichs finden, daß die Epacten mit der güldnen Zahl nach 19 Jahren wiederkehren, weil nach deren Verfluß die Neumonde wieder an gleichen Monatstagen fallen. Am Ende des Mondencirculs, oder wenn die güldne Zahl von 19 bis auf 1 geht, wird unterdessen statt 11 ... 12 addirt, weil der letzte Mondenmonat im letztern Jahre des Mondencirculs nur zu 29 Tagen gerechnet wird (§. 945). Im Julianischen Calender gehen die Epacten durch alle Jahrhunderte nach obiger Regel fort; im Gregorianischen aber wird diese Ordnung in gewissen Jahrhunderten unterbrochen, und daher ist der Unterschied

---

*) Z. B. für die 4 ersten Jahre in diesem neunzehnten Jahrhundert war:

	astronomische Epacte.			Calenderepacte.
1801	15 Tage	5 St.	39′	XV.
1802	25	20	50	XXVI.
1803	6	23	18	VII.
1804	18	14	29	XVIII.

trafen also sehr gut zusammen.

zwischen den Epacten beyder Calender veränderlich. Man erhält die gregorianischen Epacten für ein gegebenes Jahr, wenn man von der julianischen zwischen 1600 und 1700, 10; zwischen 1700 und 1900, 11; zwischen 1900 und 2200, 12 subtrahirt, (wenn die Subtraction nicht angeht, werden vorher 30 addirt).

§. 965. Folgende Tafel zeigt hiernach die der güldnen Zahl im julianischen Calender für beständig, im gregorianischen aber von 1700 bis 1900 zukommende Epacte.

Güldne Zahl.	Julianische Epacten.	Gregorian. Epacten.	Güldne Zahl.	Julianische Epacten.	Gregorian. Epacten.
1	XI	XXX od. *	11	I	XX
2	XXII	XI	12	XII	I
3	III	XXII	13	XXIII	XII
4	XIV	III	14	IV	XXIII
5	XXV	XIV	15	XV	IV
6	VI	XXV	16	XXVI	XV
7	XVII	VI	17	VII	XXVI
8	XXVIII	XVII	18	XVIII	VII
9	IX	XXVIII	19	XXIX	XVIII
10	XX	IX	1	XI	XXX od. *

Die julianische Epacte eines jeden gegebenen Jahres wird übrigens gefunden, wenn man die güldne Zahl mit 11 multiplicirt, und das Product, wenn es angeht, durch 30 dividirt, so zeigt sie sich im Rest. Z. B. im Jahr 1807 ist die güldne Zahl 3, demnach $\frac{3 \cdot 11}{30} = 1$ und es restiren III als die Epacte des Ju-

lianischen Calenders, werden hiezu XXX addirt so kommen XXXIII und hievon im achtzehnten und neunzehnten Jahrhunder XI subtrahirt, bleiben XXII die gregorianische Epacte des Jahrs 1807: Oder man multiplicirt die güldne Zahl weniger eins mit 11, und dividirt das Product durch 30, so ergiebt sich letztere gleichfalls im Rest. Geht in diesen Fällen die Division nicht an, so ist das Product selbst die Epacte, daher: für 1807 ... 3 — 1 . 11 = XXII.

Von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung.

§. 966.

Es sind, wie bereits aus dem vorigen erhellet, in der Christenheit dreyerley Calender bisher eingeführt. 1) Der alte Julianische. 2) Der neue Gregorianische oder katholische, und 3) der verbesserte oder protestantische. Der alte Julianische geht vornemlich dadurch von den übrigen ab, daß er in dem achtzehnten Jahrhundert 11 Tage, im jetzigen neunzehnten 12 Tage weniger zählt. Der verbesserte ist darin hauptsächlich von dem Gregorianischen unterschieden, daß das Osterfest in demselben auf eine andere Art bestimmt, und viele Namenstage der Heiligen verändert worden. Unsere ganze Festrechnung gründet sich auf einen Schluß der nicäischen Kirchenversammlung im vierten Jahrhundert, welcher schon oben erwähnt worden, daß nemlich: Ostern an dem Sonntage gefeyert werden soll, der zunächst auf den ersten Vollmond

mond nach dem Frühlingsäquinoctio folgt, und daß, wenn dieser Vollmond selbst auf einem Sonntag einfällt, das Osterfest bis auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werde. Das letztere soll auch geschehen, wenn es sich fügte, daß der Ostersonntag auf den ersten jüdischen Ostertag fiele, um niemals mit den Juden zugleich Ostern zu feyern.

§. 967. Im Gregorianischen Calender wurde nun der Ostervollmond nach den kirchlichen Epacten berechnet, weil solche aber nicht genau mit dem Himmel übereinstimmen, so gingen die evangelischen Stände, als sie 1700 den neuen Calender annahmen, in diesem Puncte von den Gregorianern ab, und beschlossen, daß der Ostervollmond in ihrem verbesserten Calender, so wenig nach der im julianischen Calender gebräuchlichen dionysischen Rechnung als den gregorianischen Epacten, sondern nach richtigen astronomischen Rechnungen bestimmt werden sollte. Da nun damals die Rudolphinischen Mondtafeln von Kepler für die richtigsten gehalten wurden, so beschloß man, nach denselben allemal das Frühlingsäquinoctium, und hiernächst den darauf folgenden Vollmond, unter dem Meridian von Uranienburg *) zu berechnen, und darnach Ostern zu feyern. Folglich wurden hiedurch in dem verbesserten protestantischen Calender die alten

*) So hieß die auf der Insel Hwen im Sunde ehemals gelegene berühmte tychonische Sternwarte.

chronologischen Circuln zur Bestimmung der Feste völlig bey Seite gesetzt.

§. 968. Bis Anno 1723 zeigte sich zwischen den astronomischen Rechnungen der Protestanten und der cyklischen der Catholiken keine solche Abweichung, daß nicht die Osterfeyer in beyden Kirchen an einem und demselben Sonntag einfiel. Allein 1724 gab die astronomische Rechnung die Frühlingsnachtgleiche auf den 20sten März und den Ostervollmond auf den 8ten April an einem Sonnabend, demnach feyerten die Protestanten am 9ten April Ostern. Der Gregorianische Epactencircul aber gab den Vollmond unrichtig auf den 9ten April, als den Sonntag selbst an, und daher mußten (nach dem Schluß des nicäischen Conciliums) die Gregorianischen Ostern auf den 16ten April verlegt werden. Im Jahr 1744 fand sich ein ähnlicher Unterschied, so wie in den Jahren 1778 und 1798. Ueberdem fielen in diesen beyden letztern Jahren die jüdischen Ostern mit dem Ostersonntag des verbesserten Calenders zusammen, damit mußten die Ostern der Protestanten auf 8 Tage hinaus gesetzt werden, um dem (intoleranten) Schluß jener alten Kirchenversammlung nachzukommen, und dies ist auch im Jahr 1778 wirklich geschehen. Allein für den im Jahr 1798 vorkommenden Fall hat keine Verlegung statt gefunden, davon die Ursache unten §. 970. angezeigt wird.

§. 969. Folgende Tafel zeigt, wenn die güldne Zahl, der Sonntagsbuchstabe und die Epacte des Gregorianischen Calenders bekannt sind, den Ostervollmond, das ist der Vollmond, der dem

Frühlingsäquinoctio (so den 21sten März gewöhnlich eintrifft) folgt, für das achtzehnte und neunzehnte Jahrhundert, sowol im Julianischen als Gregorianischen Calender.

güldne Zahl.	Julian. Ostervollmond.	Gregorian. Epacten.	Greg. Ostervollmond.
1	5 April d	*	13 April e
2	25 März g	XI	2 April a
3	13 April e	XXII	22 März d
4	2 April a	III	10 April b
5	22 März d	XIV	30 März e
6	10 April b	XXV	18 April c
7	30 März e	VI	7 April f
8	18 April c	XVII	27 März b
9	7 April f	XXVIII	15 April g
10	27 März b	IX	4 April c
11	15 April g	XX	24 März f
12	4 April c	I	12 April d
13	24 März f	XII	1 April g
14	12 April d	XXIII	21 März c
15	1 April g	IV	9 April a
16	21 März c	XV	29 März d
17	9 April a	XXVI	17 April b
18	29 März d	VII	6 April c
19	17 April b	XVIII	26 März a

Beyspiel für 1807.

Die güldne Zahl ist in beyden Calendern 3
Der Sonntagsbuchstabe im Gregorianischen D

Der Sonntagsbuchstabe im Julianischen Calender F

Die Epacte im Gregorianischen XXII

Die güldne Zahl 3 zeigt den Julian. Oster-Vollmond den 13ten April

Der Buchstabe e deutet einen Sonnabend an, weil der Sonntagsbuchstabe in diesem Jahr F ist, daher ist der folgende Sonntag oder der 14te April der Ostersonntag im Julian. Calender.

Die Epacte XXII giebt den Ostervollmond des Gregor. Calenders den 22sten März, und der Buchstabe d deutet an auf einen Sonntag, weil der Sonntagsbuchstabe D ist. Da nun das Osterfest auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werden soll, wenn der Oster-Vollmond auf einem Sonntag eintrifft, so folgt, daß am 29sten März, die Gregorianischen Ostern einfallen. Die genaue astronomische Rechnung giebt diesen Vollmond am 23sten März, einem Montag, des Abends um 11 Uhr 2′ Berliner Zeit an, und daher fallen die Ostern des verbesserten Calenders mit dem Gregorianischen am 29sten März zusammen *)

§. 970. Ich finde nicht nöthig, hier alle die verschiedenen Streitigkeiten zu erwähnen, welche die zuweilen nicht zusammentreffende Berechnung des Osterfestes der Catholiken und Protestanten, und die sonder-

*) Die Ostergränzen sind zwischen dem 22sten März und 25sten April eingeschlossen, so, daß Ostern niemals früher und niemals später einfallen kann. Diese äußersten Gränzen erreicht es aber nur sehr selten, denn zwischen 1700 und 1900 sind die Jahre 1761 und 1818 die einzigen, in welchen es auf den 22sten März, so wie 1734 und 1886 die, an welchen es auf den 25sten April gefeyert wird.

bare Bedingung, daß wenn der Ostersonntag auf den ersten Ostertag der Juden falle, solcher bis zum nächsten Sonntag verlegt werden müsse, veranlaßt haben, indem bey denselben nicht selten ungereimte Vorurtheile und Religionshaß die Triebfedern waren. Es würde überhaupt zur Vermeidung aller Unordnung am besten seyn, Ostern allemal an einem gewissen Sonntage des Jahrs, z. B. am ersten Sonntage nach dem Eintritt der Sonne, in den Frühlingsäquinoctial oder Widderpunct, zu feyern, wozu aber bisher wenig Hoffnung ist. Unterdessen haben die protestantischen Stände im Jahr 1775 auf dem Reichstage zu Regensburg den Antrag des Kaisers eingewilligt: 1) Ostern im Jahr 1778, um den Juden auszuweichen, im verbesserten Calender auf acht Tage zu verlegen, und mit den Catholiken zugleich am 19ten April zu feyern; und dann 2) im Jahr 1776 wirklich beschlossen und auf immer festgesetzt, dem bisherigen Gregorianischen Calender der Catholiken unter der Benennung eines allgemeinen Reichscalenders beyzutreten, und also die in demselben nach der cyklischen Rechnung angesetzten Ostern und alle davon abhängenden Feste, jederzeit mit den Catholiken zugleich zu feyern, wodurch denn alle fernere Zwistigkeiten über diese Sache unter beyden Religionspartheyen, aufgehört haben *).

§. 971. Von Ostern hängen alle bewegliche Feste und Sonntage, die nemlich nicht immer auf den gleichen Monatstag des Jahres fallen, nach den

*) Im Jahr 1805 haben daher sowol die Catholiken als Protestanten, mit den Juden zugleich Ostern am 14. Apr. gefeyert.

Verordnungen der Kirche ab. Der Sonntag, welcher 9 Wochen vor Ostern eintrifft, heißt Septuagesima, die Sonntage, welche diesem vorgehen, werden vom Feste Epiphania oder der sogenannten heiligen drey Könige an gezählt. Nach Septuagesima folgen bis Ostern die Sonntage: Sexagesima, Estomihi, (den Dienstag darauf ist Fastnacht und den Mittwoch Aschermittwoch), Invocavit, Reminiscere, Oculi, Lätare, Judica, Palmarum, der Donnerstag darauf ist der sogenannte grüne Donnerstag und der Freytag der Charfreytag, der nächstfolgende Sonntag ist der Ostersonntag und der folgende Montag Ostermontag; am 40sten Tage nach Ostern ist Himmelfahrt und am 50sten Tage nach Ostern der Pfingstsonntag, dem der Pfingstmontag folgt. Nach Ostern folgen alsdann die Sonntage: Quasimodogeniti, Misericordias-Domini, Jubilate, (den Mittwoch darauf fällt in den Preußischen Staaten der allgemeine Bettag ein), Cantate, Rogate, (den Donnerstag darauf Himmelfahrt) Exaudi, Pfingstsonntag. Der Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatis; der Donnerstag darauf das Frohnleichnamsfest bey den Catholiken. Von Trinitatis werden dann alle folgende Sonntage bis zum ersten Adventsonntag fortgezählt. Den Sonntag nach Michaelis wird das Erndtefest (in allen Preuß. Staaten) gefeyert. Nach dem ersten Adventsonntage, der allemal zwischen dem 27sten Nov. und 3ten Dec. inclusive eintrifft, folgen bis Weihnachten noch drey Adventsonntage. Die vier Quatember sind Fasttage bey den

Catholiken, und fallen ein an dem Mittwoch 1) nach Invocavit, 2) nach Pfingsten, 3) nach Kreuzerhöhung oder nach dem 14ten Sept. 4) nach Luciä oder nach dem 13ten Dec. *).

§. 972. Die unbeweglichen Feste, welche beständig auf gleiche Monatstage fallen, sind: Neujahr am ersten Januar, Epiphania oder heilige drey Könige am 6ten Januar, Mariä Reinigung oder Lichtmeß am 2ten Febr., Mariä Verkündigung am 25sten März, Johannistag am 24sten Junius, Mariä Heimsuchung am 2ten Julius, Michaelis am 29sten September, Weihnachten am 25sten u. 26sten December. Endlich viele Heiligen- und Apostel-tage durchs ganze Jahr bey den Catholiken, von welchen letztern aber seit verschiedenen Jahren manche abgeschafft worden.

§. 973. Weil die Juden unter uns wohnen, so ist noch von ihren Neumonden und Feyertagen, so wie selbige nach der Ordnung unserer Monate vorkommen, folgendes zu merken. Der erste Tag ihres Neumonds Shebat fällt gewöhnlich in unserm Januar ein. Den 15te Shebat Freudentag. Den 13ten Adar ist in gemeinen Jahren, die Fasten Esther, den 14ten Purim oder das Hamansfest; den 15ten Susann

*) In des Christoph. Clavii, Romani Calendarii a Gregorio XIII. restituti etc. in fol. Romae 1603. findet man mit unerhörter Weitläuftigkeit alles beschrieben, was zur Berechnung des Calenders und der Cyklis gehört, und unter andern auch auf 142 Seiten, ein Verzeichniß der beweglichen Feste des Gregorianischen Calenders, so wie der güldnen Zahl, Epakten, Römerzinszahl und Sonntagsbuchstaben, vom Jahr 1600 bis zum Jahr 5000.

Purim. In Schaltjahren aber fällt die Fasten Esther auf den 13ten des Schaltmonden Veadar, das Hamansfest auf den 14ten *) und Susann Purim auf den 15ten. Mit dem Monat Nisan fängt ihr Kirchenjahr an; den 15ten Nisan nimmt allemal ihr Osterfest seinen Anfang, welches am 15. 16. 21 und 22sten strenge gefeyert wird. Den 18ten Jjar ist das Schülerfest. Den 6ten und 7ten Sivan ist Pfingsten. Den 17ten Tamuz ein Fasttag, wegen der Eroberung des Tempels. Den 9ten Ab ein anderer und strenger Fasttag, wegen dessen Verbrennung. Den 15ten Ab Freudentag. Den ersten Tisri ist der Neujahrstag des bürgerlichen Jahres, welcher in unserm September oder October einfällt. Der 2te Tisri wird gleichfalls gefeyert. Den 3ten ist die Fasten Gedalja. Den 10ten der große Versöhnungstag oder die lange Nacht, wird strenge gefeyert. Vom 15ten bis 22sten ist das Lauberhüttenfest, welches den 15ten, 16ten und 22sten strenge gefeyert wird. Den 21sten Palmenfest. Den 23sten Gesetzfreude wird strenge gefeyert. Den 25sten Cisleu ist die Kirchweihe. Den 10ten Tebeth ein Fasttag, wegen Jerusalems Belagerung. Außerdem feyern die Juden auch noch die vier Tekuphen, welches Tage sind, die vierteljährig in den Monaten Tisri, Tebeth, Nisan und Tamuz einfallen, und an welchen der Eintritt der Sonne in ♎, ♑, ♈ und ♋ geschehen soll.

*) Dann ist den 14ten Adar klein Purim.

Verzeichniß

verschiedener in die astronomischen Wissenschaften einschlagenden Bücher.

Abhandlungen, physische, der Königl. Pariser Akademie der Wissenschaften von 1692 bis 1741, 13 Bände, enthalten viele astronomische Beobachtungen und Aufsätze.

Allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, von Mallet, 4. Greifswalde 1774.

Bailly, Geschichte der Sternkunde des Alterthums, 2 Theile, 8. Leipzig 1777.

Bailly's Geschichte der neuern Astronomie, 2 Theile, 8. Leipzig 1796.

Benzenberg's Versuche über die Umdrehung der Erde, 8. Dortmund 1804.

Bernoulli, Recueil pour les Astronomes, 3 Bände, 8. Berlin 1771 — 1776.

— — Lettres astronomiques, 8. Berlin 1771.

Bode, J. E., astronomische Jahrbücher von 1776 bis 1811, und 4 Supplementbände.

— — Erläuterung der Sternkunde und den dazu gehörigen Wissenschaften, dritte sehr verbesserte Ausgabe, mit 19 Kupfertafeln, 8. Berlin 1808.

— — Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, mit vielen Kupfern und einer allgemeinen Himmelscharte mit transparentem Horizont, 8te Auflage, 8. Berlin 1806.

Bode, J. E., Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, zweyte verbesserte und vermehrte Ausgabe, mit einer Weltcharte und Kupfern, 8. Berlin 1803.

— — Vorstellung der Gestirne auf 34 Kupfertafeln, nebst Anweisung zum Gebrauch, und ein Verzeichniß von 5877 Sternen, Nebelflecken und Sternhaufen, zweyte sehr verbesserte Ausgabe, Text, Deutsch und Französisch. Berlin 1805.

— — Abhandlung vom neuen Planeten (Uranus), 8. Berlin 1784.

— — Von dem neuen zwischen Mars und Jupiter entdeckten Planeten, 8. Berlin 1802.

— — Allgemeine Untersuchungen und Bemerkungen über die Lage und Austheilung aller, bisher bekannten Planeten und Kometenbahnen, mit einem großen Entwurf der parabolischen Laufbahnen von 72 Kometen, 8. Berl. 1791.

— — Beschreibung und Gebrauch einer auf den Horizont von Berlin entworfenen Weltcharte, 8. Berlin 1793.

— — Allgemeine Himmelscharte mit einem transparenten Horizont (2 Fuß im Durchmesser) und Beschreibung derselben, 8. Berlin 1806.

— — Ptolemäus Beobachtung und Beschreibung der Gestirne, mit Erläuterungen ꝛc. und einer Himmelscharte für die alte Zeit entworfen, 8. Berlin 1795.

— — Fontenelle's Dialogen über die Mehrheit der Welten, mit Anmerkungen und Kupfern, 8. Berlin 1798.

— — Betrachtungen über das Weltgebäude, mit Kupfern, 8. Berlin 1808.

— — Uranographie, 20 Kupfertafeln in größtem Format, von den Gestirnen, nebst Beschreibung und Verzeichniß von 17240 Sternen, Nebelflecken, Sternhaufen ꝛc., in Folio. Berlin 1801.

Bohnenbergers Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung, 8. Göttingen 1795.
Bouguer, nouveau Traité de Navigation, 8. Paris 1792.
Brodhagen, von den bisher bekannten Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge und Breite, besonders auf der See, 4. Hamburg 1791.
Bürja, Lehrbuch der Astronomie, 5 Bde., 8. Berlin 1806.
Caßini, Figur und Größe der Erde, 8. Leipzig 1741.
Chronologie, allgemeine, von Dantine, mit Hrn. Walchs Vorrede, erster Theil, 8. Leipzig 1779.
Darquier, astronomische Briefe, 8. Breslau 1791.
Derham's Astrotheologie, 8. Hamburg 1765.
Fergusons Astronomie nach Newtons Grundsätzen, 8. Berlin 1783.
— — Anfangsgründe der Sternseherkunst, 8. Leipzig 1771.
Fischer, Betrachtungen über die Kometen, 8. Berl. 1789.
Funk, Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegeln, 8. Leipzig 1777.
Gatterers Abriß der Chronologie, 8. Göttingen 1777.
Gelpcke, Betrachtungen über das Weltgebäude, mit Kupfern, 8. Hannover 1806.
Hamberger, die Ursachen der Bewegung der Planeten, 8. Jena 1772.
Hamburgischer Schifferkalender, nebst Tafeln, Berechnungen und Nachrichten für den Seemann; seit dem Jahre 1786.
Helmuth, Gestirnbeschreibung, 8. Braunschweig 1774.
Helwig, hundertjähriger Calender, neue Ausgabe von Rüdiger, 8. Leipzig 1786.
Herrmann, Handbuch der Mythologie, 3ter Band, enthaltend die astronomischen Mythen, 8. Berlin und Stettin 1795.

Heun, Versuch einer Naturgeschichte des gestirnten Himmels, 8. Dresden 1774.

Herschel, über den Bau des Himmels, 8. Königsb. 1791.

Ide, Theorie der Bewegungen der Weltkörper unsers Sonnensystems, 8. Berlin 1800.

Ideler, historische Untersuchung über die astronomischen Beobachtungen der Alten, 8. Berlin 1806.

Kästners, astronomische Abhandlungen, 1ste und 2te Sammlung, 8. Göttingen 1772 und 1774.

— — Anfangsgründe der angewandten Mathematik, 2ter Theil, 2te Abtheilung, 8. Göttingen 1792.

Kant, allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, vierte Auflage, 8. Zeitz 1808.

Kautsch, Sonnen- und Mondfinsternisse, Berechnungen und Entwürfe von 1800 bis 1860, 8. Petersburg 1800.

Klügels Encyclopädie, neue Ausgabe von 1793, 3ter Theil, der Abschnitt von den astronomischen Wissenschaften.

Kochs Tafeln zur Bestimmung der Zeit, Supplement zu Bodens Jahrbuch 1799.

Lach, Anleitung zur Kenntniß der Sternnamen, 8. Leipzig 1796.

de la Lande, Astronomie, 3 Bände, 4. Paris 1792.

— — Histoire Céleste, Tom. I. 4. à Paris 1801.

— — Abrégé de Navigation, 4. à Paris 1793.

— — Bibliographie Astronomique, 4. à Paris 1803.

— — Exposition des Calculs astronomiques.

Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, 2ter Theil, 2ter Abschnitt und 3ter Theil. Berlin 1770 u. 1772.

— — ecliptische Tafeln und deren Beschreibung, 8. Berlin 1765.

— — Insigniores Orbitae Cometarum Proprietates, 8. Aug. Vind. 1761.

Lamberts kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues, 8. Augspurg 1761.

Lulofs Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel, 4. Göttingen 1755.

Mayer, Tob., Opera inedita, Vol. I. 4to. Goettingae 1775.

von Maupertuis, Versuch einer Cosmologie, 8. Berlin 1751.

Metzger, Tabulae aberrationis et nutationis, in Ascensionem rectam et Decl. 8. Mannh. 1778.

Mitterbacher, physikalische Astronomie, 8. Wien 1781.

Müllers Tafeln der Sonnenhöhen für ganz Deutschland und dessen westlich und östlich benachbarte Länder, mit einem in Kupfer gestochenen Sextanten, 8. Leipzig 1791.

Olbers, Abhandlung über die leichteste und bequemste Methode zur Berechnung der Bahn eines Kometen, 8. Weimar 1797.

la Place, Darstellung des Weltsystems, übersetzt von Hauff, 2 Bände, 8. Frankfurt am Mayn 1797.

— — Mechanik des Himmels, übersetzt von Burkhard, 2 Bände, 4. Berlin 1800 — 1802.

Plüche, Historie des Himmels, 2 Theile, 8. Dresden 1740.

Reincke, Anweisung aus beobachteten Monddistanzen von der Sonne oder einem Fixstern, die geographische Länge zu finden, 8. Hamburg 1803.

Riedel, die Verbindung der Sonne, Erde und des Mondes in einem Modell vorgestellt, mit Kupf. 8. Leipzig 1785.

Röhls, astronomische Wissenschaften, 2 Theile, 8. Greifswalde 1768 und 1769.

— — Steuermannskunst, 8. Greifswalde 1778.

— — Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus, 8. Greifswalde 1768.

Röslers Handbuch der Astronomie, 2 Theile. Tüb. 1788.

Rostens, astronomisches Handbuch, vier Theile, 4. Nürnberg 1771 — 1774.

Rüdiger, Handbuch der rechnenden Astronomie, zwey Bände, 8. Leipzig 1796 — 1799.

von Segner, astronomische Vorlesungen, zwey Theile, 4 Halle 1775.

Sack, kosmologische Betrachtungen über den neuen Planeten (Uranus), 8. Berlin 1785.

Sammlung astronomischer Tafeln, drey Bände, gr. 8. Berlin 1776.

Schaubach, Geschichte der Griechischen Astronomie, mit Kupfern, 8. Göttingen 1802.

Scheibels astronomische Bibliographie, 3 Abtheilungen, 8. Breslau 1784 — 1789.

— — Unterricht zum Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugeln, zwey Theile. Breslau 1779 und 1785.

Schmid, von den Weltkörpern, 8. Leipzig 1772.

Schröters Beyträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, 3 Bände, mit Kupf. 8. Berlin 1788 — 1800.

— — Beobachtungen über die Sonnenflecken, 4. Erf. 1789.

— — Selenotopographische Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche, 2 Bände, mit 75 Kupfertafeln, 4. Göttingen 1791 — 1802.

— — aphroditographische Fragmente zur genauern Kenntniß des Planeten Venus, mit Kupf. 4. Helmstädt. 1796.

— — Lilienthalische Beobachtungen der neuen Planeten Ceres, Pallas und Juno, 8. Göttingen 1805.

— — hermographische Fragmente zur genauern Kenntniß des Planeten Merkur, im 3ten Theile der Beyträge 2c.

— — kronographische Fragmente zur genauern Kenntniß des Planeten Saturn, 1ster Theil, 8. Göttingen 1808.

Schubert, sphärische, theorische und physische Astronomie, 3 Bände, 4. Petersburg 1798.

— — populäre Astronomie, 1ster Theil. 8. Petersb. 1804.

— — Anleitung und Bestimmung der astronom. Länge und Breite, 4. Petersburg 1803.

Tables astronomiques, I. Partie, Tables du soleil par de Lambre et de la Lune, par Bürg, 4. à Paris 1806.

von Tempelhoff, genaue Berechnungen der Sonnenfinsternisse und Bedeckungen der Fixsterne vom Mond, 8. Berlin 1772.

Vieth, astronomische Unterhaltung, 8. Leipzig 1808.

— — Planisphäre zur Astrognosie nebst Horizonte, und Beschreibung, Leipzig 1808.

Welpers Gnomonik, Folio. Nürnberg 1708.

Wünsch, kosmologische Unterhaltungen, 1ster Band, 8. Leipzig 1791.

Wurms, Geschichte des neuen Planeten Uranus, nebst Tafeln, 8. Gotha 1791.

— — Anleitung zur Parallaxen-Rechnung, 8. Tüb. 1804.

de Zach, Tabulae motuum Solis novae et correctae, atque Fixarum praecipuarum Catalogus novus, 4. Gothae 1792 et Suppl. 1804.

— — monatliche Correspondenz, 1ster bis 16ter Band, 8. Gotha 1800 — 1808.

— — Tabulae speciales Aberrationis et Nutationis etc. 2 Bände, 8. Gotha 1806 und 1807.

Zimmermann, kurze Darstellung der sphärischen Trigonometrie, mit Anwendung auf die Berechnung der Größe, Entfernung, Lage 2c. der Himmelskörper, mit Kupfern. Berlin 1800.

Die [illegible] Lehren der Astronomie, deutl. dargestellt in Briefen an eine Freundin von [illegible] 2 Th. [illegible] Leipzig bei Göschen.

Bericht an den Buchbinder.

Die Kupfer werden dergestalt an Papier geleimt, daß sie sich beym Gebrauch bequem ganz herausschlagen lassen. Wenn das Buch in zwey Bänden soll gebunden werden, so wird Tab. I. bis X. dem ersten Theil und Tab. XI. bis XIX. dem zweyten Theil angehängt.

Tab. XI.

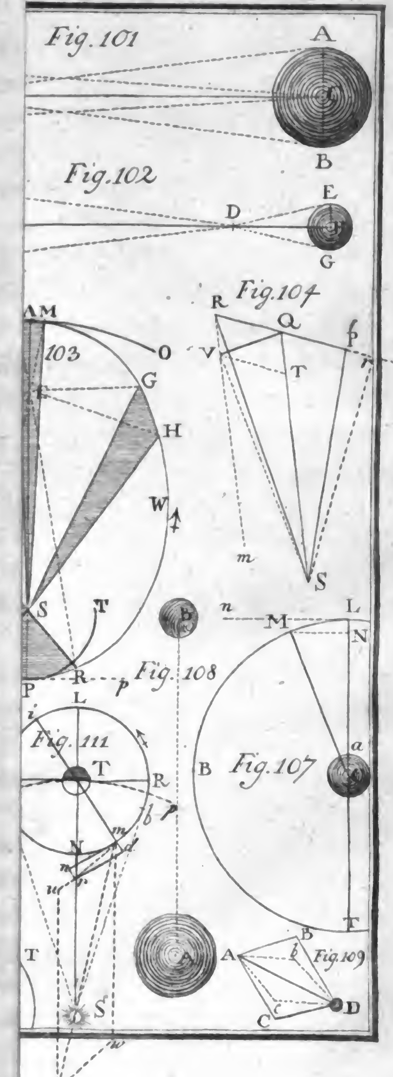


Fig. 101
A
B
Fig. 102
E
D
G
Fig. 104
R
Q
V
T
P
m
S
AM
103
O
G
H
W
S
T
R
P
p
B
Fig. 108
n
L
M
N
Fig. 111
L
T
R
N
Fig. 107
a
A
B
Fig. 109
D
C
S

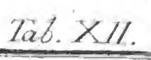
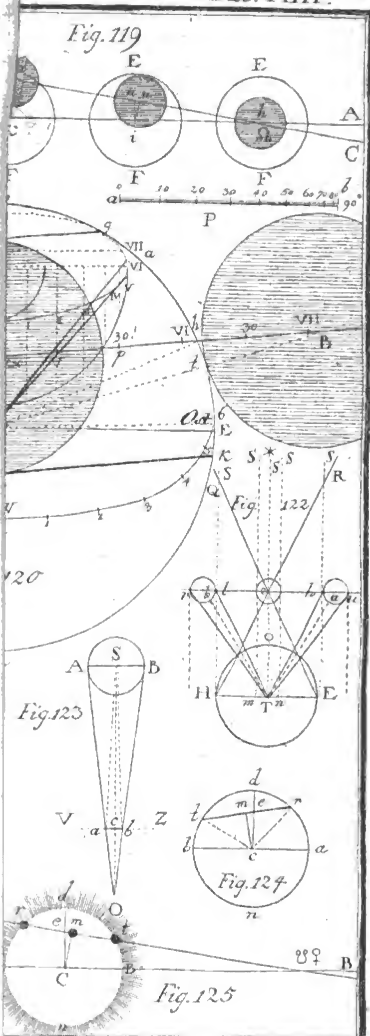


Fig. 115

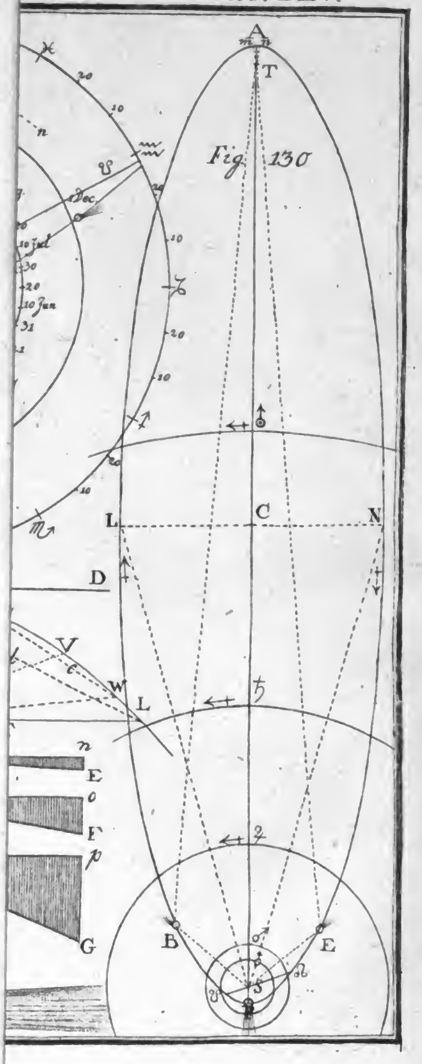
Fig. 117

Fig. 118

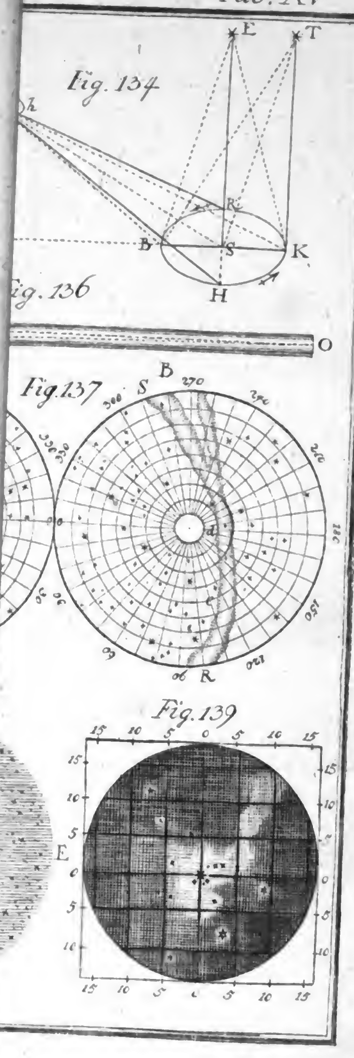
Tab. XIII.


Fig. 119
E
E
A
C
F
F
P
B
Fig. 122
R
H
T
E
Fig. 123
A
S
B
V
Z
Fig. 124
Fig. 125
O
C
B

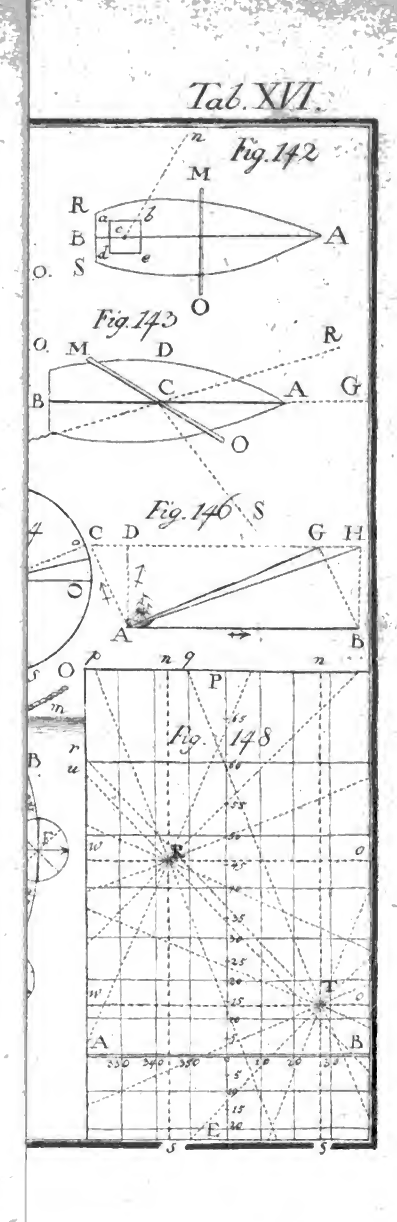
Tab. XIV.



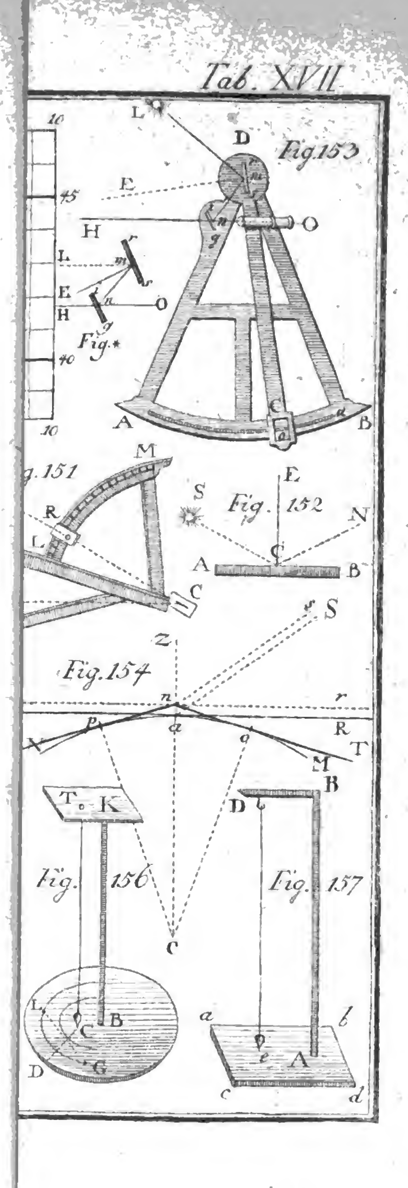
Tab. XV



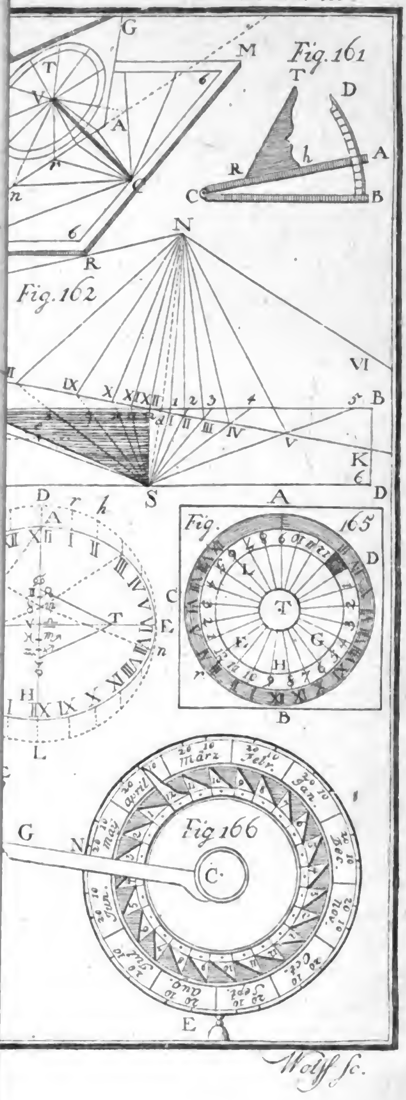
Tab. XVI.



Tab. XVII.



Tab. XVIII



Wolff sc.

Taf. XIX.

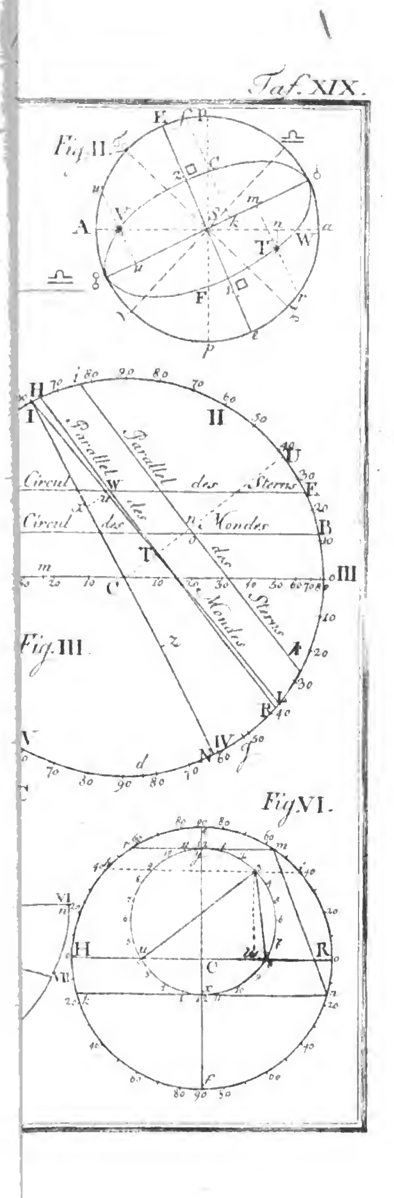


Fig. II.
Fig. III.
Parallel des Monden
Parallel des Sterns
Circul des Sterns
Circul des Monden
Fig. VI.

